

PATENT

NS-US035062

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :
Noriko SHIMOMURA :
Serial No.: New :
Filed: Herewith :
For: VEHICLE TRACKING SYSTEM :

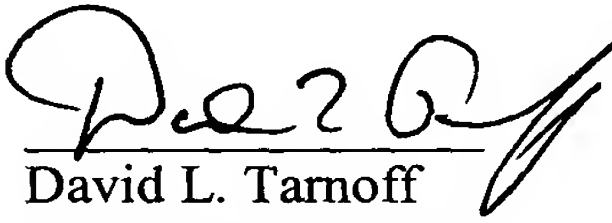
CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

The Assistant Commissioner of Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119, Applicant files herewith a certified copy of Japanese Application No. 2002-269638, filed September 17, 2002, in accordance with the International Convention for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748. Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. §119 in accordance with the International Convention for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748.

Respectfully submitted,


David L. Tarnoff
Attorney of Record
Reg. No. 32,383

SHINJYU GLOBAL IP COUNSELORS, LLP
1233 Twentieth Street, NW, Suite 700
Washington, DC 20036
(202)-293-0444
Dated: 7-31-03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-269638

[ST.10/C]:

[JP2002-269638]

出 願 人

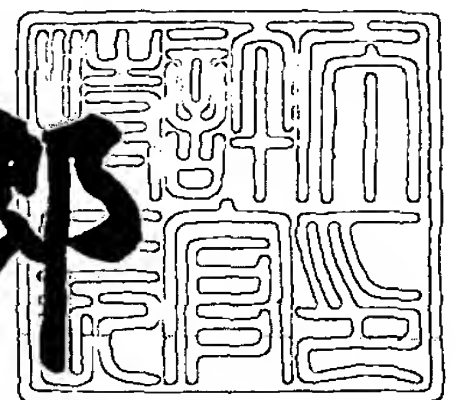
Applicant(s):

日産自動車株式会社

2003年 6月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3045396

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-00417

【提出日】 平成14年 9月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06T 7/00
G08G 1/16
G01B 11/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
日産自動車株式会社内

【氏名】 下村 倫子

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075753

【弁理士】

【氏名又は名称】 和泉 良彦

【電話番号】 03-3214-0502

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 084480

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707175

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 前方車両追跡システムおよび前方車両追跡方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に搭載されたカメラと、
前記カメラからの入力画像を格納する画像メモリと、
前方車両を検出する車両発見手段と、
前記入力画像から前記前方車両を含む画像領域を参照テンプレートとして切り出す参照テンプレート作成手段と、
前記参照テンプレート内の画像と、前記入力画像における前記参照テンプレートの切り出し位置を記憶する参照テンプレート格納用メモリと、
前記前方車両を含む新たな入力画像に、前記前方車両の大きさ変化を考慮した拡大縮小をかけながら、相関を計算し、最大相関値を得た位置と拡大縮小率を求める車両追跡処理手段と、
前記最大相関値を得た位置と前記拡大縮小率から、前記前方車両の前記カメラに対する位置を求める処理結果出力手段と、
前記最大相関値を得た位置と前記拡大縮小率から作られた前記参照テンプレートとの相関を計算した対象となるテンプレート画像を逐次格納するテンプレート更新計算用車両画像保存用メモリと、
前記逐次格納されたテンプレート画像と前記参照テンプレートとを正規化し、同じ位置に相当する各画素の時間的分散を計算し、分散がしきい値以上となる画素を前記参照テンプレートから削除することで前記参照テンプレートを更新する参照テンプレート更新処理手段
とを有することを特徴とする前方車両追跡システム。

【請求項 2】

前記車両追跡処理手段によって得られた最大相関値としきい値とを比較し、前記前方車両の追跡信頼性を判定する追跡信頼性判定手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の前方車両追跡システム。

【請求項 3】

前記拡大縮小を考慮した相関計算において、

前記前方車両のエッジを検出し、前記エッジ間距離の変化に基づき、前記拡大縮小率を決めることを特徴とする請求項 1 記載の前方車両追跡システム。

【請求項 4】

前記前方車両までの距離計測が可能なレーザレーダを搭載し、

前記車両発見手段は、前記レーザレーダの距離データをもとに、前記前方車両を発見し、

前記参照テンプレート作成手段は、前記前方車両が存在する画像上の位置に初回の追跡用参照テンプレートを定義し、

前記参照テンプレート格納用メモリは、前記参照テンプレート作成時の前記前方車両との距離を記憶し、

前記車両追跡処理手段の前記相関計算における前記拡大縮小率は、前記参照テンプレート定義時の距離と、その時点の距離との比率で決めることを特徴とする請求項 1 記載の前方車両追跡システム。

【請求項 5】

前記カメラを 2 個搭載し、

前記画像メモリは、前記 2 つのカメラの前記入力画像を格納し、

前記 2 つのカメラの前記入力画像から視差を計算することで、各画素の距離を求め、前記前方車両までの距離を計測する距離画像作成手段を有し、

前記参照テンプレート作成手段は、前記前方車両までの距離と前記前方車両を含む画像領域を参照テンプレートとして切り出し、

前記車両追跡処理手段は、前記相関計算における前記拡大縮小率を、前記参照テンプレート定義時の距離とその時点の距離との比率で決めた上で前記相関処理による画像上の前記前方車両の位置を求め、

前記参照テンプレート更新処理手段は、画素毎の分散に基づいた参照テンプレート更新の際、分散がしきい値以上となる画素、または、対象物とは異なる距離を示す画素を前記参照テンプレートから削除することを特徴とする請求項 1 記載の前方車両追跡システム。

【請求項 6】

前記参照テンプレート作成手段は、入力画像の微分画像を求め、前記入力画像の微分画像を用いて前記参照テンプレートを作成し、

前記車両追跡処理手段は、前記入力画像の微分画像を用いて前記拡大縮小を考慮した相関処理を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の前方車両追跡システム。

【請求項 7】

前記参照テンプレート更新処理手段における前記参照テンプレートの更新において、画素毎に計算する分散の値がある一定期間において小さい画素は、分散が大きくなった場合でも更新の際の削除対象の画素としないことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の前方車両追跡システム。

【請求項 8】

前記参照テンプレート更新処理手段における前記参照テンプレートの更新において、追跡回数がある一定回数を超え、すべての画素の分散がある一定時間以上、所定の値以下となった場合、更新の処理を止め、追跡用参照テンプレートとして決定することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の前方車両追跡システム。

【請求項 9】

車両に搭載されたカメラで撮像された画像を用いた画像処理による前方車両追跡方法において、

前方車両を発見したときに、前記カメラからの入力画像から前記前方車両を含む画像領域を参照テンプレートとして切り出し、前記参照テンプレートをその時点で車両追跡用テンプレートとして定義し、

前記前方車両の発見後は、時間的に連続して入力される新たな入力画像中において、前記前方車両が発見された位置付近のある走査範囲内で、前記参照テンプレートとの相関を、前記前方車両の画像上での大きさ変化を考慮した拡大縮小をかけながら計算し、

前記走査範囲内における最大相関値を得た位置と拡大縮小率により求められる距離と方位をその時点の前記前方車両の検出結果として出力し、

前記最大相関値を得たときの相関計算の対象となったテンプレート画像を格納

し、

連続して同様の処理を行うことで逐次格納される前記テンプレート画像と前記参照テンプレートを正規化し、

テンプレート内で同じ位置に相当する各画素の時間的分散を計算し、分散がしきい値以上となる画素は、前記前方車両以外の部分が撮像される個所として前記参照テンプレートから逐次削除することで前記参照テンプレートを更新し、

その後の処理では、更新された前記参照テンプレートを利用して前記前方車両の追跡の処理を行うことを特徴とする前方車両追跡方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両に搭載される前方車両追跡システムおよび前方車両追跡方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献】 特開 2 0 0 0 - 1 1 3 1 5 8 号公報

従来のテンプレートマッチングによる先行車追跡の発明としては、例えば上記特許文献に記載されたものがある。

この手法は、画像処理で検出した車両に参照テンプレートを定義し、新たに入力される画像と、定義した参照テンプレートとの相関を求めることで、新たな車両の位置を検出し、そのときの相関の値が高かった場合に、参照テンプレートを新たな画像上での車両発見位置の画像に更新することを特徴とする。

これにより、テンプレートマッチングの位置が車両の位置に相当することから、追跡と車両の位置の計測とを同時に行うことができ、先行車の大きさの変化にも対応可能なテンプレートマッチングを提供するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記特許文献では、背景にコントラストの強い、例えば道路上の白線などを含む参照テンプレートを作成すると、白線よりエッジの強度が弱い場合の

多い車両より強度の強い白線を間違えて追跡してしまうなどの問題が起こりやすく、前方車両を確実に追跡するのが難しいという問題がある。

【 0 0 0 4 】

本発明の目的は、前方車両を確実に追跡することができる前方車両追跡システムおよび前方車両追跡方法を提供することにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は、車両に搭載されたカメラと、前方車両を検出する車両発見手段と、入力画像から前方車両を含む画像領域を参照テンプレートとして切り出す参照テンプレート作成手段と、前方車両を含む新たな入力画像に、前方車両の大きさ変化を考慮した拡大縮小をかけながら、相関を計算し、最大相関値を得た位置と拡大縮小率を求める車両追跡処理手段と、最大相関値を得た位置と拡大縮小率から作られた参照テンプレートとの相関を計算した対象となるテンプレート画像を新規画像が逐次格納するテンプレート更新計算用車両画像保存用メモリと、逐次格納されたテンプレート画像と参照テンプレートとを正規化し、同じ位置に相当する各画素の時間的分散を計算し、分散がしきい値以上となる画素を参照テンプレートから削除することで参照テンプレートを更新する参照テンプレート更新処理手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

【発明の効果】

本発明によれば、前方車両を確実に追跡することができる前方車両追跡システムおよび前方車両追跡方法を提供することができる。

【 0 0 0 7 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、以下で説明する図面で、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【 0 0 0 8 】

実施の形態 1

まず、本発明の実施の形態 1 の前方車両追跡システムの構成を図 1 と図 2 に基づいて説明する。

【 0 0 0 9 】

図 1 は本発明の実施の形態 1 の前方車両追跡システムの構成図、図 2 はカメラを搭載した自車両と、後述する説明に用いる検出対象物標の位置を表すための基準座標系の説明図である。

【 0 0 1 0 】

図 1 において、2 は電子式のカメラ、1 0 1 は画像メモリ、1 0 2 は車両発見部、1 0 3 は参照テンプレート作成部、1 0 4 は参照テンプレート格納用メモリ、1 0 5 は車両追跡処理部（拡大縮小付き相関算出処理部）、1 0 6 は追跡信頼性判定部、1 0 7 は処理結果出力部、1 0 8 はテンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ、1 0 9 は参照テンプレート更新処理部（各画素の分散計算処理部）である。

【 0 0 1 1 】

図 2 において、1 は自車両、2 1 はカメラ 2 の光軸、(b) において、2 2 は基準座標系である。

【 0 0 1 2 】

図 1 に示すように、本システムは、自車両 1 に搭載されたカメラ 2 と、そのカメラ 2 から入力される画像を保存する画像メモリ 1 0 1 と、所定の処理に基づいて画像内から車両を発見する車両発見部 1 0 2 と、追跡対象である車両を発見した位置に相当する画像上の範囲を参照テンプレートとして切り出す参照テンプレート作成部 1 0 3 と、その参照テンプレートを格納する参照テンプレート格納用メモリ 1 0 4 と、参照テンプレートと入力画像内の所定の範囲内を車両の大きさ変化を考慮しつつ拡大縮小を考慮しながら行うテンプレートマッチングにより画像内の車両の追跡を行う車両追跡処理部（拡大縮小付き相関算出処理部）1 0 5 と、テンプレートマッチングの相関より追跡判定の信頼性を判定する追跡信頼性判定部 1 0 6 と、信頼性が高いときに車両追跡結果よりその時点での車両の位置と距離を出力する処理結果出力部 1 0 7 と、信頼性が高いときに、参照テンプレートとの高い相関を得た対象となる入力画像から切り出され、参照画像内の車両

と大きさが合わせられた画像を保存するテンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ 1 0 8 と、参照テンプレートとの相関が高いと判定され、逐次保存される車両を含む参照テンプレートを正規化し、その各画素の分散をもとに、参照テンプレートを更新する参照テンプレート更新処理部（各画素の分散計算処理部） 1 0 9 とからなる。

【 0 0 1 3 】

カメラ 2 は、図 2 に示すように、自車両 1 の前部に取り付けられており、自車両 1 前方の様子を撮像する。そして、入力した画像を画像メモリ 1 0 1 に保存する。車両発見部 1 0 2 は、画像メモリ 1 0 1 に保持された画像をもとに、画像処理により画像上における前方の車両が存在する位置を発見する。この画像処理による車両検出の例について、図 3（a）～（c）を用いて説明する。

【 0 0 1 4 】

図 3（a）はカメラ 2 からの入力画像を示し、（b）は車両発見部 1 0 2 による車両検出を示し、（c）は参照テンプレート作成部 1 0 3 による参照テンプレート切り出しを示す。

【 0 0 1 5 】

画像処理による車両検出は、例えば、図 3（b）に示すように、（1）道路上に引かれた白線 1 1 の間に挟まれる水平エッジ（横エッジ）A を、画像の下から上に向けて検出し、（2）水平エッジ A より上方にある水平エッジ B を検出し、（3）水平エッジ A と水平エッジ B とに挟まれる領域にある垂直エッジ C、D を検出する、すなわち、白線 1 1 の間に挟まれるエッジのヒストグラム（柱状図）から上下のペアとなる水平エッジ A、B、または左右のペアとなる垂直エッジ C、D を検出するなどの従来方法を利用すればよい。図 1 の参照テンプレート作成部 1 0 3 は、車両発見部 1 0 2 により検出された車両 1 0 が撮像されている位置の画像を抜き出せばよい。図 3（c）はその様子を示す例である。抜き出す範囲は、車両発見部 1 0 2 による車両 1 0 の発見処理により検出された、例えば、左右上下のエッジ A～D を含む範囲で定義する。参照テンプレート格納用メモリ 1 0 4 は、参照テンプレート内の画像と、入力画像における参照テンプレートの切り出し位置を、参照テンプレートの基準位置として記憶する。

【 0 0 1 6 】

車両発見部 1 0 2 による発見時の処理では、画像上で車両 1 0 を発見した画像上の位置、大きさから車両 1 0 の位置、距離を求めればよい。

【 0 0 1 7 】

図 4 は、画像上の位置と、実際の 3 次元上の位置、大きさとの対応関係を説明する図で、(a) は位置、(b) は大きさの関係を示す。

【 0 0 1 8 】

図 4 において、2 3 はカメラレンズ、2 1 はカメラの光軸、2 4 は実際の車両の中心、2 5 は撮像面、z は車両までの距離、f はカメラレンズ 2 3 の焦点距離、x c は画像上の車両の中心、θ は画像上の車両の中心 x c で検出された位置の物体の存在する方位、w は実際の車両の幅、w c は画像上の車両の幅である。

【 0 0 1 9 】

画像上の車両の中心 x c で検出された位置の物体の存在する方位 θ は、式 1 により求めることができる。

【 0 0 2 0 】

$$\theta = \arctan (f / x_c) \quad \text{式 1}$$

また、車両の実際の幅 w が既知である場合は、車両までの距離 z は、画像上の車両の幅 w c から、式 2 により計算することができる。

【 0 0 2 1 】

$$z = f \cdot w / w_c \quad \text{式 2}$$

検出位置は、画像上での検出位置に式 1、式 2 を適用することで計算することができる。

【 0 0 2 2 】

また、車両の発見後、次以降で入力される画像での車両の画像上の位置は、参照テンプレートとのテンプレートマッチングによる追跡処理により検出する。これを行うのが、参照テンプレートとのマッチングによる車両追跡処理部 1 0 5 である。

【 0 0 2 3 】

通常、前方で撮像した車両 1 0 は、その距離 z が変化するため、その距離に応

じて、画像上の大きさが変化する。そのため、車両追跡処理部 1 0 5 におけるテンプレートマッチングでは、参照テンプレートもしくは入力画像を拡大縮小することで、参照画像内の車両 1 0 の大きさと、入力画像内に撮像されている車両 1 0 の大きさが同じ大きさになるように、どちらかの画像を拡大縮小しながらテンプレートマッチングを行う。

【 0 0 2 4 】

図 5 は、入力画像側の画像を参照テンプレートに合わせる処理を行う場合の処理の様子を示す図である。拡大縮小しながらの参照テンプレートを用いたテンプレートマッチングの説明図と、拡大縮小率からの距離計測方法の説明図である。

2 6 は参照テンプレート作成時の画像（距離 z_b ）、2 7 は入力画像（距離 $z(t)$ ）、2 8 は走査範囲である。

【 0 0 2 5 】

ここでは、入力画像上の車両 1 0 の大きさがわからないため、前回の大きさより、車間距離が Δz だけ変化した場合の画像上での車両 1 0 の大きさ変化を考慮した拡大または縮小と、車両 1 0 が変化しない場合のそれぞれにおける相関を、前回車両 1 0 が発見された位置の周囲において求める計算をする。相関（テンプレートマッチング）の計算は、お互いの輝度値を用いた正規化相関を用いればよい。

【 0 0 2 6 】

すなわち、この場合の手順としては、入力画像 2 7 に車両の距離変化を想定した拡大縮小の倍率（ S_1 、 $S_2 \dots$ ）を複数かけ合わせた画像を、走査範囲 2 8 内で 1 画素ずつずらしながら切り出し、相関を計算する。相関がもっとも高い値となったときの倍率 S とその位置（ x_p 、 y_p ）から車両 1 0 の位置を求める。

つまり、走査範囲 2 8 内を 1 画素ずつずらしながら、かつ、 Δz 分の距離変化の拡大縮小を施しながら、すべての位置、拡大縮小における相関を計算し、最大相関値を得た位置と拡大縮小値とを求める。

【 0 0 2 7 】

次に、追跡信頼性判定部 1 0 6 において、マッチングの信頼性を判定する。こ

ここでは、車両追跡処理部 1 0 5 で得られた最大相関値と、ある所定のしきい値とを比較し、最大相関値が所定のしきい値以下の場合はマッチングによる追跡が失敗、最大相関値が所定のしきい値以上となったときは、信頼性があると判定する。

【 0 0 2 8 】

最大相関値がしきい値以上で追跡位置の信頼性があると判定された場合は、処理結果出力部 1 0 7 は、そのときの相関最大となるときの位置と拡大縮小率から新たな車両の位置を検出し、計測位置として出力する。

【 0 0 2 9 】

このときの車両 1 0 の存在する方位は、発見時と同様に、式 1 により求める。また、距離 z の変化 $z(t)$ は、参照画像作成時に対する相関が最大となった拡大縮小率の逆数として式 3 から求めることができる。

【 0 0 3 0 】

$$z(t) = w_{cb} \cdot z_b / w_c(t) \quad \text{式 3}$$

ここで、 z_b は参照画像作成時の車間距離、 $z(t)$ は入力画像入力時の車間距離、 $w_c(t)$ は新たな入力画像の画像上での車両の大きさ、 w_{cb} は参照テンプレートでの車両の大きさとする。

【 0 0 3 1 】

次に、追跡信頼性判定部 1 0 6 で相関が高いと判定された場合、最大相関値が前記しきい値より大きいときの最大相関値を得た位置と前記拡大縮小率を格納し、前記最大相関値を得た位置と前記拡大縮小率から作られた前記参照テンプレートとの相関を計算した対象となるテンプレート画像を、テンプレート更新計算用車両画像保存メモリ 1 0 8 に逐次格納保存する。ここで保存される画像は、参照テンプレートとの相関が高いと判定されたテンプレート画像であるため、内部に参照テンプレートと同じ大きさの同じ車両 1 0 を含む可能性が高い。ただし、逐次入力される画像から作成され、保存されるため、車両 1 0 は同一であるが、図 6 に示すように、背景が異なる。

図 6 (a) ～ (f) は、参照テンプレート (a) と、逐次保存される相関が大きくなった画像 (b) ～ (f) を示す。

【 0 0 3 2 】

つまり、車両が検出されている部分は同じ形状であり、背景が撮像される画素は逐次異なる輝度値となる。図 1 の参照テンプレート更新処理部 1 1 では、この特徴に基づき、背景を除去し、追跡車両だけを含む画素からなる参照テンプレートを作るように、参照テンプレートの形状を更新する。

【 0 0 3 3 】

図 7 はその追跡車両だけを含む参照テンプレートの更新方法を示す図である。

2 9 は車両発見時の入力画像、3 0 は更新後の参照テンプレートである。

【 0 0 3 4 】

まず、参照テンプレートとの相関を計算した入力画像 2 9 から切り取られ、かつ、拡大縮小されたテンプレート画像を、テンプレート更新計算用車両画像保存メモリ 1 0 8 のメモリにある過去数枚分の画像およびその時点での参照テンプレートを正規化する。正規化は、画像の全体的な明るさ変化に対応するためである。この過去数枚分の画像は、距離変化に合わせて参照テンプレートと大きさを合わせるように拡大縮小してあるため、すべて同じ大きさ ($xw \times yw$) である。

【 0 0 3 5 】

次に、過去数枚分の画像の同じ位置に相当する画素の時系列データの分散をすべての画素 ($xw \times yw$ 個分) で計算する。保存する過去の画像は、例えば分散の値が計算できる、例えば過去 5 枚分程度の量で十分である。ここでは、同様の処理を毎回の処理毎に数回行い、画素の分散が所定のしきい値以上となる回数の多い画素の位置は、車両 1 0 ではなく、背景を含むと判定し、参照テンプレートから省くようにする。これにより、図 7 に示すよう、背景を含む画素の位置を除去し、車両を示す分散小の画素だけで構成される参照テンプレートとなるよう、参照テンプレートを逐次更新する。更新された後は、更新された参照テンプレートを用いて同様の相関処理を繰り返すことで、背景を含まないテンプレートマッチングによる追跡処理が行えるようにする。

【 0 0 3 6 】

以上説明したように、本実施の形態 1 の前方車両追跡システムは、自車両 1 に

搭載されたカメラ 2 と、カメラ 2 からの入力画像を格納する画像メモリ 1 0 1 と、前方車両 1 0 を検出する車両発見手段（車両発見部 1 0 2）と、入力画像から前方車両 1 0 を含む画像領域を参照テンプレートとして切り出す参照テンプレート作成手段（参照テンプレート作成部 1 0 3）と、参照テンプレート内の画像と、入力画面における参照テンプレートの切り出し位置を記憶する参照テンプレート格納用メモリ 1 0 4 と、前方車両 1 0 を含む新たな入力画像に、前方車両 1 0 の大きさ変化を考慮した拡大縮小をかけながら、相関を計算し、最大相関値を得た位置と拡大縮小率を求める車両追跡処理手段（車両追跡処理部 1 0 5）と、最大相関値を得た位置と拡大縮小率から、前方車両 1 0 のカメラ 2 に対する位置を求める処理結果出力手段（処理結果出力部 1 0 7）と、最大相関値を得た位置と拡大縮小率から作られた参照テンプレートとの相関を計算した対象となるテンプレート画像を逐次格納するテンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ 1 0 8 と、逐次格納されたテンプレート画像と参照テンプレートとを正規化し、同じ位置に相当する各画素の時間的分散を計算し、分散がしきい値以上となる画素を参照テンプレートから削除することで参照テンプレートを更新する参照テンプレート更新処理手段（参照テンプレート更新処理部 1 0 9）とを有する。また、車両追跡処理部 1 0 5 によって得られた最大相関値としきい値とを比較し、前方車両 1 0 の追跡信頼性を判定する追跡信頼性判定手段（追跡信頼性判定部 1 0 6）を有する。

【 0 0 3 7 】

また、本実施の形態 1 の前方車両追跡方法は、自車両 1 に搭載されたカメラ 2 で撮像された画像を用いた画像処理による前方車両追跡方法において、前方車両 1 0 を発見したときに、カメラ 2 からの入力画像から前方車両 1 0 を含む画像領域を参照テンプレートとして切り出し、その参照テンプレートをその時点で追跡中の前方車両 1 0 の車両追跡用テンプレートとして定義し、前方車両 1 0 の発見後は、時間的に連続して入力される新たな入力画像中において、前方車両 1 0 が発見された位置付近のある走査範囲内で、参照テンプレートとの相関を、前方車両 1 0 の画像上での大きさ変化を考慮した拡大縮小をかけながら計算し、走査範囲内における最大相関値を得た位置と拡大縮小率により求められる距離と方位を

その時点の前方車両 1 0 の検出結果として出力し、最大相関値を得たときの相関計算の対象となったテンプレート画像を格納し、連続して同様の処理を行うことで逐次格納されるテンプレート画像と参照テンプレートを正規化し、テンプレート内で同じ位置に相当する各画素の時間的分散を計算し、分散がしきい値以上となる画素は、前方車両 1 0 以外の部分が撮像される個所として参照テンプレートから逐次削除することで参照テンプレートを更新し、その後の処理では、更新された参照テンプレートを利用して前方車両 1 0 の追跡の処理を行うものである。すなわち、前方車両 1 0 を発見した位置に参照テンプレートを設定し、相関の最も高い位置で画像を切り取り、参照テンプレート内と入力画像の前方車両 1 0 の大きさが同じになるように拡大縮小をかけ、入力画像と参照テンプレートをともに正規化し、画素ごとに輝度の差が大きい位置の画素を削除するようにテンプレートを更新するか、または分散が小さいと判断された画素だけを用いてテンプレートマッチングを行うものである。

【 0 0 3 8 】

このような構成により、背景を含まない、前方車両 1 0 の特徴だけを捉えた参照テンプレートを用いた車両追跡が可能となるため、前方車両 1 0 の背景のエッジに影響されることのない車両追跡が可能となる。また、初期の参照テンプレート定義の際、発見時の画像を用いて参照テンプレートを一度で定義するのではなく、数回参照テンプレートを作成し、お互いの相関値やエッジの有無を見ることで、相関が高く、ある程度の量のエッジが含まれている場合に限り、初期の参照テンプレートを定義するようにすることで、より確実に前方車両 1 0 の特徴だけを捉えた参照テンプレートに更新することができる。

【 0 0 3 9 】

実施の形態 2

次に、本発明の実施の形態 2 について説明する。

【 0 0 4 0 】

図 8 は、参照テンプレート (a) および新たな入力画像上の車両の上下、左右のエッジを検出した様子 (b) を示す図である。

式 2 でも説明したように、車両 1 0 の上下端間の画像上の大きさ h_c や左右端

の画像上の大きさ w_c は、車間距離 $z(t)$ と反比例する。上記実施の形態 1 で説明した車両追跡処理部 105 の画像の拡大縮小を考慮したテンプレートマッチングの拡大縮小率は、車間距離 $z(t)$ または参照テンプレートに対する距離の変化率が既知であれば一意に決まる値である。ここでは、参照テンプレートにおける左右または上下端と入力画像における車両 10 の左右または上下端の大きさの変化率を求め、この変化率より、車両追跡処理部 105 の処理における拡大縮小の大きさを決めるようにする。

【0041】

すなわち、拡大縮小を考慮した相関計算において、前方車両 10 のエッジを検出し、エッジ間距離の変化に基づき、拡大縮小率を決める。これにより、上記実施の形態 1 では、拡大縮小率がわからなかったために、拡大した場合、縮小した場合、同じ大きさの場合などあらゆる距離変化を想定した場合の拡大縮小率がかけられたさまざまな参照テンプレートにおいて、すべての相関を計算する必要があったが、本実施の形態 2 では、車両の距離変化により生じる画像上での大きさ変化に対応可能とするための拡大縮小をかける際、参照テンプレートと入力画像内車両の大きさ変化より拡大縮小率が決まるため、エッジ間距離の大きさ変化から計算される決まった一つの倍率だけをかけるだけで、一つの拡大縮小率をかけた参照テンプレートを前回の検出位置付近を走査範囲として相関を求めるだけで十分となるため、車両追跡処理部 105 における相関の計算量を削減することが可能となる。また、拡大縮小をかけたときに相関値とエッジ間距離から求められる拡大縮小率を照らし合わせることで、大きさ変化率の確認処理も可能となるため、信頼性の増加も可能となる。

【0042】

実施の形態 3

次に、本発明の実施の形態 3 について説明する。

【0043】

本実施の形態 3 の構成では、上記実施の形態 1 の構成に加え、レーダなど距離計測が可能なセンサを搭載したセンサ構成とする。

【0044】

図 9 において、2 はカメラ、1 0 1 は画像メモリ、3 はスキャニングレーザレーダ（以下、レーザレーダと記す）、2 0 1 はレーザレーダ用メモリ、2 0 2 は車両発見部、2 0 3 は参照テンプレート作成部、2 0 4 は参照テンプレートおよび距離格納用メモリ、2 0 5 は車両追跡処理部（拡大縮小付き相関算出処理部）、1 0 6 は追跡信頼性判定部、1 0 7 は処理結果出力部、1 0 8 はテンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ、1 0 9 は参照テンプレート更新処理部（各画素の分散計算処理部）である。

【 0 0 4 5 】

図 1 0 において、3 1 はレーザレーダ 3 のスキャニング面（中心軸）である。

【 0 0 4 6 】

図 9、図 1 0 に、本実施の形態 3 を実現するための構成を示す。ここでは、距離計測用のセンサをレーザレーダ 3 とした場合を例に取り説明する。自車両 1 には、カメラ 2 とレーザレーダ 3 が搭載されている。レーザレーダ 3 はその中心軸 1 0 1（図 1 0）とカメラ 2 の光軸 2 1 とが平行になるように取り付けられている。また、このレーザレーダ 3 は、路面と平行な方向に 1 次元的にスキャニングしながら、前方の車両 1 0 を検知し、その距離を計測する装置である。図 1 0 において、カメラ 2 を利用した処理部、すなわち、画像メモリ 1 0 1、追跡信頼性判定部 1 0 6、処理結果出力部 1 0 7、テンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ 1 0 8、参照テンプレート更新処理部 1 0 9 は、上記実施の形態 1 の説明と同様である。ここでは、レーザレーダ 3 を用いて行う処理部、すなわち、レーザレーダ用メモリ 2 0 1、車両発見部 2 0 2、参照テンプレート作成部 2 0 3、参照テンプレートおよび距離格納用メモリ 2 0 4、車両追跡処理部 2 0 5 について説明する。

【 0 0 4 7 】

レーザレーダ用メモリ 2 0 1 は、レーザレーダ 3 で検出した距離を保存するためのメモリである。レーザレーダ 3 は、通常、ある物体まで光を照射し、その光の反射を受光するまでの時間差により反射物体までの距離を計測する。

【 0 0 4 8 】

図 1 1 は、レーザレーダ 3 で車両 1 0 を計測したときのレーザレーダ 3 の計測

位置と同じ場面の前方の画像を示す図である。

図 1 1 において、3 2 は自車両速度、3 3 はレーザレーダ 3 の検知角、3 4 はレーザレーダ 3 の計測点、1 0 A、1 0 B は前方の車両、3 5 は路上反射物である。

【 0 0 4 9 】

通常、車両 1 0 A、1 0 B の後部には、光を反射するリフレックスリフレクタと呼ばれる反射板が付いていることから、この反射板までの反射を用いてレーザレーダ 3 から車両 1 0 A、1 0 B までの距離が計測される。

車両発見部 9 4 では、レーザレーダ 3 の計測結果、つまり、図 1 1 に示す計測点 1 1 3 の分布から車両 1 0 A、1 0 B を検出し、その方位と距離を計測する。この処理は、例えば、車両 1 0 A、1 0 B の幅程度の間隔で検出され、時系列的に同じ方向に動く左右 2 組の点を見つけることで車両 1 0 A、1 0 B を検出することができる（図 1 1 参照）。

【 0 0 5 0 】

次に、参照テンプレート作成部 2 0 3 では、車両 1 0 A、1 0 B を発見した位置と距離をもとに、その位置と対応する画像上の位置に参照テンプレートを切る。レーザレーダ 3 では、自車両 1 に対する追跡する車両 1 0 A、1 0 B の方位と距離がわかっている。そのため、画像上においてカメラ 2 で車両 1 0 A、1 0 B が撮像されている位置は、この方位と距離をもとに、上記式 1、式 2 から求めることができる。ただし、1 次元的に走査するレーザレーダ 3 を用いる場合、車両 1 0 A、1 0 B の高さの情報はわからない。参照テンプレートを切る高さ方向の位置は、例えば、上記実施の形態 2 のように、車両 1 0 A、1 0 B が存在する方位に存在する車両上下端を示す水平エッジを検出することで画像上の車両 1 0 A、1 0 B の位置を求めることができる。

【 0 0 5 1 】

参照テンプレートおよび距離格納用メモリ 2 0 4 は、参照テンプレート作成部 2 0 3 の処理で定義された入力画像上における車両 1 0 A、1 0 B を含む参照テンプレートの保存用メモリである。ここでは、この参照テンプレートを作成されたときの車両 1 0 A、1 0 B との車間距離がレーザレーダ 3 で計測されているた

めに、レーザレーダ 3 により計測されている参照テンプレート作成時の車間距離も同時に保存する。この距離は、次段の車両追跡処理部 2 0 5 の処理で利用する。

【 0 0 5 2 】

車両 1 0 A、1 0 B の発見後、以降の処理では追跡を行う。追跡はレーザレーダ 3 での計測距離結果と、車両 1 0 A、1 0 B の画像上での大きさ変化を考慮した拡大縮小を用いながらの参照テンプレートとのテンプレートマッチングの両方を用いて行う。レーザレーダ 3 における追跡は発見と同様の処理でよい。

【 0 0 5 3 】

車両追跡処理部 2 0 5 の処理では、レーザレーダ 3 で新たに計測した距離と、参照テンプレート作成時の距離からもとめた拡大または縮小率をかけた上でテンプレートマッチングを行う。

【 0 0 5 4 】

距離や方位の算出方法、相関の算出方法、信頼性の判定方法は、上記実施の形態 1 と同様である。ただし、車両 1 0 A、1 0 B の距離は、レーザレーダ 3 で計測した距離をそのまま用いればよく、方位は、通常、画像処理の方が精度が高いため、画像処理によるテンプレートマッチングで車両を発見した方位と、レーザレーダ 3 で計測した距離を用いることで、正確な追跡車両 1 0 A、1 0 B の自車両 1 に対する位置を求めることができる。

【 0 0 5 5 】

以上説明したように、本実施の形態 3 では、前方車両 1 0 までの距離計測が可能なレーザレーダ 3 を搭載する構成とし、車両発見部 2 0 2 による前方車両 1 0 の発見はレーザレーダ 3 を用いて行い、参照テンプレート作成部 2 0 3 は、発見時に作成する参照テンプレートを、レーザレーダ 3 の検知結果をもとに、画像上の対応する位置で定義し、この参照テンプレートの定義の際、参照テンプレートおよび距離格納用メモリ 2 0 4 に、その参照テンプレート内の車両の大きさに対応する距離も同時に保存し、車両追跡処理部 2 0 5 は、その後の入力画像で行う前方車両 1 0 の拡大縮小を考慮した相関による参照テンプレートとのテンプレートマッチングを、レーザレーダ 3 で計測したその時点での前方車両 1 0 の距離に

対する参照テンプレートの距離の比率により拡大縮小の大きさを決める構成とした。これにより、追跡する前方車両 1 0 の画像上での位置だけでなく、レーザレーダ 3 で計測した 3 次元的な距離および横方向の位置をも計測が可能となり、さらに、相関による拡大縮小の際、絶対的な距離から求められる拡大縮小率を用いるため、拡大縮小の大きさが一つに決まるため計算量を削減することも可能となる。

【 0 0 5 6 】

また、例えば、逆光や霧などで、ある一定時間画像上での前方車両 1 0 の追跡ができない場合でも、レーザレーダ 3 での計測が可能となるため、双方の結果をともに利用することで追跡は可能となる。また、テンプレートマッチングによる処理だけを見た場合においても、次のような効果がある。例えば、従来の提案されている大きさの変化に対応可能となるための逐次型で参照テンプレートを更新するテンプレートマッチングでは、前方車両 1 0 の画像に逆光や影などが含まれ不鮮明になった場合、テンプレート切り出し用の参照テンプレートの画像にも逆光や影を含んで不鮮明なものとなってしまう、光や影という車両本来とは異なる特徴を含む部分の画像に追跡しやすい参照テンプレートができてしまう。このため、追跡を行うための相関が低くなり、正しく検出ができなくなるなどの問題が起きる。また、このような問題を回避するために、相関の高い場合にしか参照テンプレートを更新しないなどの対応処理も考えられるが、通常、車載のカメラ 2 を用いた画像処理で問題となりやすい逆光は、光と同じ向きで走行するある一定時間以上において連続する場合が多い。つまり、この逆光が起こっている間、更新を行わない状態が続くと、逆光の影響がなくなった時点と逆光が始まった時点とでは、車間距離が変化してしまっているために、画像上の大きさが大きく変化する、保持している参照テンプレートが適用できなくなるなども問題も起きる。ここでは、レーザレーダ 3 で計測している距離情報を用いることができるため、画像の状態がよいときに作成した参照テンプレートを利用することが可能となり、参照テンプレートを作成した時点の距離と新たに画像の状態がよくなった場面における車間距離との関係から参照テンプレートの拡大縮小率も求めることができるため、状態のよい参照テンプレートを利用しての拡大縮小を考慮したテンプレ

ートマッチングが可能となる。また、画像処理のテンプレートマッチングは細かい画素単位で前方車両 1 0 の位置を計測するため、通常、レーザレーダ 3 より方位の計測が高精度となる。このことから、距離をレーザレーダ 3、方位を画像処理のテンプレートマッチングの結果として出力することで高精度の距離および方位計測とすることにも効果がある。

【 0 0 5 7 】

実施の形態 4

次に、本発明の実施の形態 4 について説明する。

【 0 0 5 8 】

本実施の形態 4 でのセンサ構成は、上記実施の形態 1 の単眼カメラをステレオカメラにした構成を用いる。図 1 2 に、本実施の形態 4 を実現するための構成を示す。

【 0 0 5 9 】

図 1 2 において、2 a、2 b はカメラ、1 0 1 a、1 0 1 b は画像メモリ、3 0 1 は距離画像作成部、3 0 2 は距離画像格納用メモリ、3 0 3 は車両発見部、1 0 3 は参照テンプレート作成部、2 0 4 は参照テンプレートおよび距離格納用メモリ、2 0 5 は車両追跡処理部（拡大縮小付き相関算出処理部）、1 0 6 は追跡信頼性判定部、1 0 7 は処理結果出力部、3 0 4 はテンプレート更新計算用車両発見距離画像保存用メモリ、1 0 8 はテンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ、3 0 5 は参照テンプレート更新処理部（各画素の分散計算処理部）である。

【 0 0 6 0 】

ここでも、上記実施の形態 3 の説明と同様に、上記実施の形態 1 または上記実施の形態 3 と同様の構成については説明を省略し、ステレオカメラの構成にしたことではじめて加えられる距離画像作成部 3 0 1、距離画像格納用メモリ 3 0 2、車両発見部 3 0 3、テンプレート更新計算用車両発見距離画像保存用メモリ 3 0 4、参照テンプレート更新処理部 3 0 5 について説明する。

【 0 0 6 1 】

まず、カメラ 2 a、2 b が 2 つになったため、画像メモリ 1 0 1 a、1 0 1 b

は2つのカメラ分設けてある。この画像メモリ101a、101bの内容を利用し、距離画像作成部301の処理では、各画素を距離に変換するための距離画像作成処理を行う。画素毎の距離は、2つのカメラ2a、2bで撮像される位置の差、つまり視差から計算される。ここでは、例えば、一方の画像で設けたある数画素×数画素の領域と同じ形状の部分が撮像されている位置を他方の画像から正規化相関などにより検出することで、互いの位置の差より求めることができる。このような処理を1画素ずつずらしながらすべての画素で行うことで距離画像が作成される。作成された距離画像は、距離画像格納用メモリ302に保管する。

【0062】

次に、車両発見部303では、距離画像を用いて車両10の検出を行う。これには、例えば、特開平11-345336号公報などに記載された手法を用いればよい。ここに記載された処理においては、同じ距離となる領域を各x座標ごとに求めることで車両10を検出している。車両10が撮像されている領域はすべて同じ距離になることから、同じ距離を示す塊のある領域を車両10として検出することができ、その画素が示す距離が車間距離となる。

【0063】

次に、参照テンプレート作成部103の処理では、この車両10の発見の結果に基づいて参照テンプレートの作成を行う。参照テンプレートは、ステレオ画像の他方の画像メモリを用い、距離画像から車両10を検出した場所に相当する同じ位置から参照テンプレートを切り取ればよい。

【0064】

また、参照テンプレートおよび距離格納用メモリ204での参照テンプレートの保存では、カメラ2とレーザレーダ3の構成とした上記実施の形態3の場合と同様に、参照テンプレート作成時の車間距離がステレオ画像処理により求められていることから、参照テンプレートと同時に、参照テンプレート作成時の距離も保存する。これにより、追跡開始後の車両追跡処理部205の拡大縮小を考慮したテンプレートマッチングにおいて、参照テンプレートの距離とステレオ画像処理により毎回計測される新たな入力画像における車間距離がわかるため、拡大縮小率が一意に決まる。つまり、車両追跡処理部205では双方（参照テンプレー

ト作成時と新たなテンプレート画像入力時)の距離変化率に応じた拡大縮小をかけたテンプレートマッチング処理を行う。

【 0 0 6 5 】

次に、追跡信頼性判定部 1 0 6 において追跡信頼性があると判定された場合、追跡車両 1 0 の距離と方位を出力するとともに、参照テンプレート更新のための画像をテンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ 1 0 8 に保存する。この際、テンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ 1 0 8 への画像の保存は、上記実施の形態 1 と同様である。また、本実施の形態 4 では、画像の保存と同時に、その画像と対応する位置にある画像に、車両追跡処理部 2 0 5 で利用したと同じ拡大縮小率をかけた距離画像もテンプレート更新計算用車両発見距離画像保存用メモリ 3 0 4 に保存する。参照テンプレート更新処理部 3 0 5 のテンプレート更新の処理では、上記実施の形態 1 と同様の各画素の分散の評価に加え、分散が高い、または、追跡中の車両 1 0 とは異なる距離値を示す画素を更新の際に省く対象の画素とする。

【 0 0 6 6 】

図 1 3 は、ある時点において、テンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ 1 0 8 と、テンプレート更新計算用車両発見距離画像保存用メモリ 3 0 4 に保存された画像の例を示す図である。

【 0 0 6 7 】

(a) は参照テンプレート、(b) ~ (e) は逐次保存される相関が大となった画像、(f) は距離画像、(g) ~ (i) は前方の車両 1 0 が車線変更中のマッチング画像である。なお、(f) において、グレー部分は車両 1 0 と同じ距離を持つ部分、その他の部分は他の距離を持つ部分である。

【 0 0 6 8 】

図 1 3 (f) の上部に示した輝度の画像 (a) ~ (e) がテンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ 1 0 8 に保存される輝度からなる画像、図 1 3 (f) の下に示した距離画像 (g) ~ (i) が、テンプレート更新計算用車両発見距離画像保存用メモリ 3 0 4 に保存する距離画像である。例えば、白線 1 1 との位置関係が同じ直線を走行中では、単眼画像でのテンプレートマッチング、つまり、

テンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ 1 0 8 内の画像は、車両 1 0 以外の白線 1 1 部分もすべて同じ画像となる。しかし、白線 1 1 部分は、車両 1 0 より、前方または後方となるため、距離画像では車両 1 0 とは異なる値である。テンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ 1 0 8 のような画像だけを用いて参照テンプレートの更新を行うことで、白線 1 1 を含む参照テンプレートが作成された場合、テンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ 1 0 8 にあるような直線道路を常に走行する場面であれば、白線を含む形でテンプレートマッチングが行われても位置の計測は正しくできる。しかし、例えば、図 1 3 (g) ~ (i) に示すように、追跡対象車両 1 0 が車線変更を行うなど、車両 1 0 と白線 1 1 との位置関係が変化する場合、白線 1 1 を含む形での参照テンプレートが作成されると、白線 1 1 の位置が異なり、相関の値が低くなる。画素毎の距離をも考慮に入れた更新を行う本実施の形態 4 においては、このような場面にも対応が可能となり、正しく車両 1 0 だけを示す参照テンプレートを作成することが可能となる。

【 0 0 6 9 】

以上説明したように、本実施の形態 4 では、カメラ 2 a、2 b を 2 個搭載し、ステレオ画像処理で行う構成とし、画像メモリ 1 0 1 a、1 0 1 b はカメラ 2 a、2 b の入力画像をそれぞれ格納し、距離画像作成部 3 0 1 は、このステレオ画像処理では各画素の視差を計算することで各画素の距離も求め、前方車両 1 0 までの距離を計測し、前方車両 1 0 の発見は、距離画像格納用メモリ 3 0 2 に、ステレオ画像処理で計測できる前方車両 1 0 までの距離を保存することで、上記レーザーレーダ 3 との組み合わせと同様に車両発見部 3 0 3 により発見し、車両追跡処理部 2 0 5 で距離の変化を考慮しながらの参照テンプレートとの相関計算を可能とし、さらに、参照テンプレート更新処理部 3 0 5 は、参照テンプレート更新の際、分散がしきい値以上となる画素、または、対象物とは異なる距離を示す画素を参照テンプレートから削除する構成とした。

【 0 0 7 0 】

これにより、例えば、前方車両 1 0 の横のほぼ同じ位置に白線 1 1 や側壁などが連続して撮像される場合など、輝度の変化では前方車両 1 0 だけでなく背景も

同じように見えるようなシーンを走行中の場合でも、背景は前方車両 1 0 と異なる距離となるため、前方車両 1 0 の部分と背景部分とを分離し、前方車両 1 0 の部分の距離を示す画素だけを残すことが可能となる。つまり、より正確に前方車両 1 0 だけを示す参照テンプレートを作成することが可能となる。

【 0 0 7 1 】

実施の形態 5

次に、本発明の実施の形態 5 を説明する。

【 0 0 7 2 】

本実施の形態 5 では、上記実施の形態 1 ～実施の形態 4 で行ってきた、テンプレートマッチングおよび参照テンプレートの作成を微分画像を用いて行う。微分画像の作成は、例えば、縦エッジ検出用のソーベルフィルタと横エッジ検出用のソーベルフィルタをかけるなどの処理により行える。つまり、カメラ 2（あるいは 2 a、2 b）と画像メモリ 1 0 1（あるいは 1 0 1 a、1 0 1 b）との間に、ソーベルフィルタなどの微分画像作成手段を設け、画像メモリ 1 0 1 に常に微分画像が入力されるような構成にすることで、本実施の形態 5 は実現可能となる。

【 0 0 7 3 】

図 1 4 は、微分画像の例と、微分画像を利用して更新することで作成された参照テンプレートの例である。

3 6 は輝度画像、3 7 は微分画像、3 8 は微分画像を利用して更新することで作成された参照テンプレートである。

【 0 0 7 4 】

車両のボディなどは、通常、エッジやテクスチャを持たない。そのため、テンプレートマッチングを行う際、周囲と同じ値となるため、多少ずれた位置との相関をとった場合でもあまり相関の値に差がでない。このことから、ここでは、すべての処理を微分画像とし、エッジやテクスチャのある画素だけを用いてテンプレートマッチングを行うようにする。また、上記実施の形態 4 のようなステレオ画像処理の構成にした場合（図 1 2 参照）、テクスチャやエッジのない部分では視差を求めることができないため、距離画像利用の参照テンプレートの更新の際もテクスチャのない部分の判定は不必要であり、さらに、視差の誤計測により距

離が正しく求められない可能性の高い画素にもなる。このような視差誤計測による悪影響も防ぐことができる。

【 0 0 7 5 】

以上のように、本実施の形態 5 では、参照テンプレート作成部 1 0 3 は、入力画像の微分画像を求め、入力画像の微分画像を用いて参照テンプレートを作成し、車両追跡処理部 2 0 5 は、入力画像の微分画像を用いて拡大縮小を考慮した相関処理を行う構成とした。これにより、前方車両 1 0 の特徴を示す部分であるエッジを含む部分だけでのテンプレートマッチングおよび参照テンプレートの作成が可能となるため、ボディ面など情報を有しない、つまり、テンプレートマッチングにおける対応位置の計算ができず、ステレオ画像処理での視差計算ができない画素を取り除いたテンプレートマッチングが可能となるため、計算量が削減され、かつ、ノイズに影響されにくいより確実なマッチングが可能となる。

【 0 0 7 6 】

実施の形態 6

次に、本発明の実施の形態 6 を説明する。

【 0 0 7 7 】

本実施の形態 6 では、上記実施の形態 1 ～実施の形態 4 で行う参照テンプレートの更新において、画素毎に計算する分散の値がある一定期間において小さい画素は、分散が大きくなった場合でも更新の対象としないようにする。これは、例えば、各画素に分散が小さくなった回数を保存するカウンタを設け、毎回そのカウンタをインクリメントおよび値の確認を行うことで実現できる。ある一定期間において分散が小さい、つまり、同じ輝度値となった場合、その画素の位置は常に同じ車両の同じ部位が撮像されている可能性が高い。しかし、車両上の輝度は、周囲の建物による影や太陽の向きは周囲物体の反射光などにより一時的に急激に輝度が変わることがある。このような輝度の変化は、車両本来の色やテクスチャではないため、参照テンプレートは一時的な値の変化に左右されないものとする必要がある。本実施の形態 6 においては、外界の一時的な変化の影響を受けず、車両本来の色や特徴を捉えた形とすることに効果がある。

【 0 0 7 8 】

このように、本実施の形態 6 では、参照テンプレート更新処理部 1 0 9 における参照テンプレートの更新において、画素毎に計算する分散の値がある一定期間において小さい画素は、分散が大きくなった場合でも更新の際の削除対象の画素としない構成とした。これにより、例えば、急な逆光や周囲建物の影などに起因する一時的に前方車両 1 0 上に乗るノイズなどにより、前方車両 1 0 の一部が欠けた参照テンプレートが作成されることを防ぎ、ロバストに前方車両 1 0 だけを含む参照テンプレートを作成することが可能となる。

【 0 0 7 9 】

実施の形態 7

最後に、本発明の実施の形態 7 を説明する。

【 0 0 8 0 】

本実施の形態 7 では、上記実施の形態 1 ～実施の形態 4 の参照テンプレートの更新において、追跡回数がある一定回数を超え、すべての画素の分散がある一定時間以上所定の値以下となった場合、更新の処理を止める構成とする。この処理も上記実施の形態 6 と同様に、画素毎にカウンタを設け、安定して分散が小さくなる回数を数え、かつ、常にその回数を確認する構成とすることで、分散が小さい画素だけが残ったことを確認できるようになる。本実施の形態 7 では、上記実施の形態 6 と同様、車両の特徴だけを捉えた参照テンプレートの更新が可能となり、さらに、分散が小さくなり、参照テンプレートが固定された後は、更新用の処理を省くことができるため、計算量の削減にも役立つ。通常、特に高速道路などを走行中では、ある同じ 1 台の車両に数分以上追跡する場面が多いため、参照テンプレートの更新は最初の発見直後だけで行い、固定された参照テンプレートを用いての追跡処理を行う場面の方が多い。この処理を入れることで、背景を取り除き、車両だけを抽出した参照テンプレートを用い、かつ、参照テンプレートの画素数が減ったことで計算量をも削減した高速な車両追跡処理が可能となる。

【 0 0 8 1 】

このように、本実施の形態 7 では、参照テンプレートの更新において、追跡回数がある一定回数を超え、すべての画素の分散がある一定時間以上、所定の値以下となった場合、更新の処理を止め、車両追跡用参照テンプレートとして決定す

る構成とした。これにより、上記実施の形態 6 と同様に、ノイズなどの影響により前方車両 1 0 の一部が欠ける参照テンプレートとなることを防ぐことができる。さらに、参照テンプレートを決めることで更新の計算を削除し、計算量の削減にも役立つ。

【 0 0 8 2 】

以上本発明を実施の形態に基づいて具体的に説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 のシステム構成図

【図 2】

カメラの車両への搭載位置と座標系設定の説明図

【図 3】

画像から車両を検出する様子の説明図

【図 4】

実際の車両の位置および大きさ（幅）と画像上の車両の位置および大きさとの関係の説明図

【図 5】

拡大縮小しながらの参照テンプレートを用いたテンプレートマッチングの説明図

【図 6】

テンプレート更新の画素の分散計算用に保存される画像の様子を示す図

【図 7】

車両部分だけを残すための各画素の分散に基づいたテンプレート更新方法の説明図

【図 8】

車両の画像上における大きさの求め方の説明図

【図 9】

本発明の実施の形態 3 のシステム構成図

【図 1 0】

カメラとレーザレーダを搭載した場合の車両への搭載位置と座標系設定の説明

図

【図 1 1】

レーザレーダの計測位置と同じ場面の前方画像の様子を示す図

【図 1 2】

本発明の実施の形態 4 のシステム構成図

【図 1 3】

参照テンプレート作成用メモリに保存された輝度画像と距離画像の様子を示す

図

【図 1 4】

微分画像と微分画像を利用した場合の参照テンプレートの様子を示す図

【符号の説明】

1 … 自車両、2、2 a、2 b … カメラ、

3 … レーザレーダ、

1 0、1 0 A、1 0 B … 車両、1 1 … 白線、2 1 … カメラの光軸、2 2 … 参照座標系、2 3 … カメラレンズ、2 4 … 実際の車両の中心、2 5 … 撮像面、2 6 … 参照テンプレート作成時の画像、2 7 … 入力画像、2 8 … 走査範囲、2 9 … 車両発見時の入力画像、3 0 … 参照テンプレート、3 1 … レーザレーダのスキャニング面（中心軸）、

3 2 … 自車両速度、3 3 … レーザレーダの検知角、3 4 … レーザレーダの計測点、3 5 … 路上反射物、

3 6 … 輝度画像、3 7 … 微分画像、3 8 … 参照テンプレート、

1 0 1、1 0 1 a、1 0 1 b … 画像メモリ、1 0 2 … 車両発見部、1 0 3 … 参照テンプレート作成部、1 0 4 … 参照テンプレート格納用メモリ、1 0 5 … 車両追跡処理部、1 0 6 … 追跡信頼性判定部、1 0 7 … 処理結果出力部、1 0 8 … テンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ、1 0 9 … 参照テンプレート更新処理部、

2 0 1 … レーザレーダ用メモリ、2 0 2 … 車両発見部、2 0 3 … 参照テンプレート作成部、2 0 4 … 参照テンプレートおよび距離格納用メモリ、2 0 5 … 車両追跡処理部、

3 0 1 … 距離画像作成部、3 0 2 … 距離画像格納用メモリ、3 0 3 … 車両発見部、3 0 4 … テンプレート更新計算用車両発見距離画像保存用メモリ、3 0 5 … 参照テンプレート更新処理部。

【書類名】 図面

【図 1】

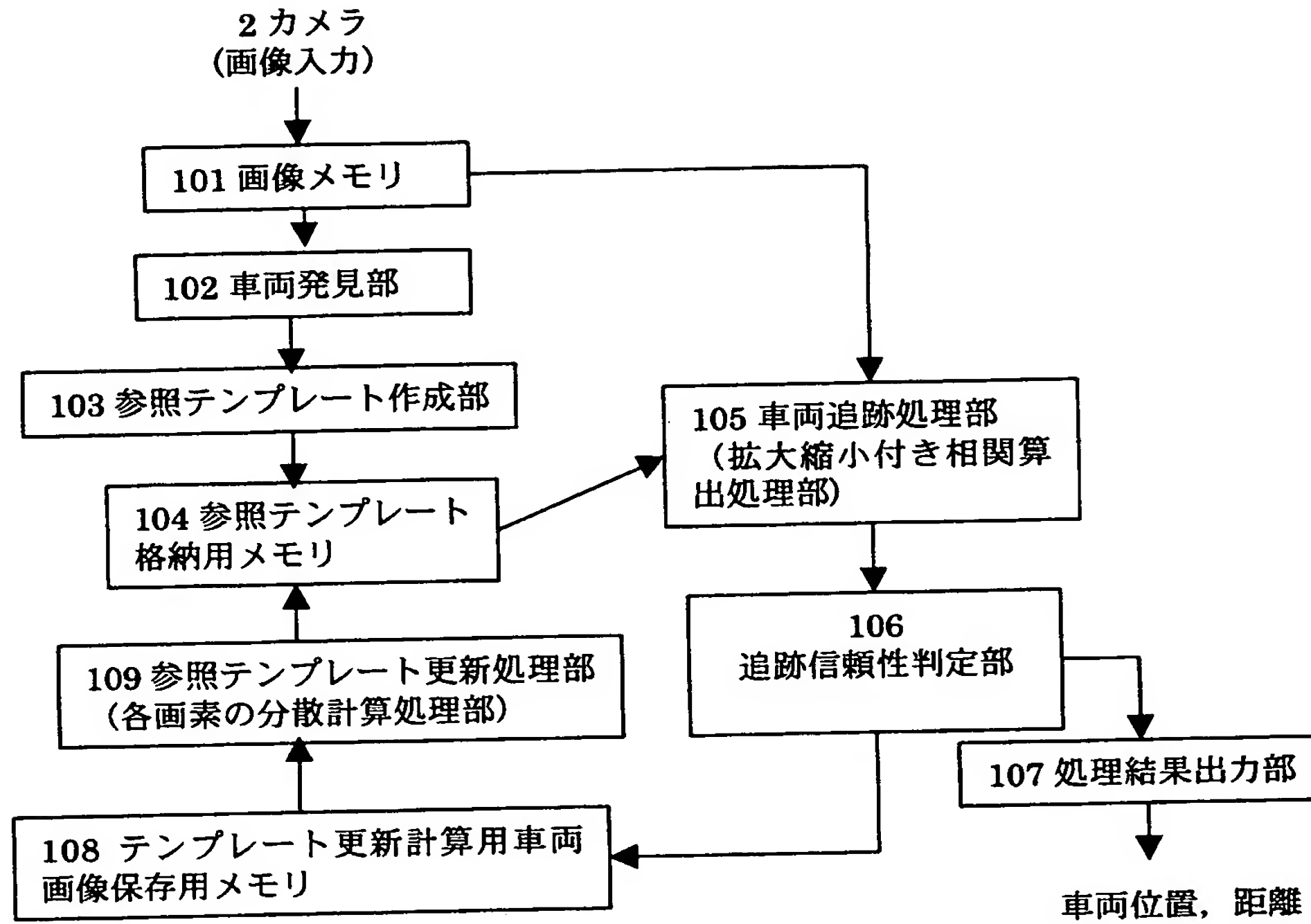
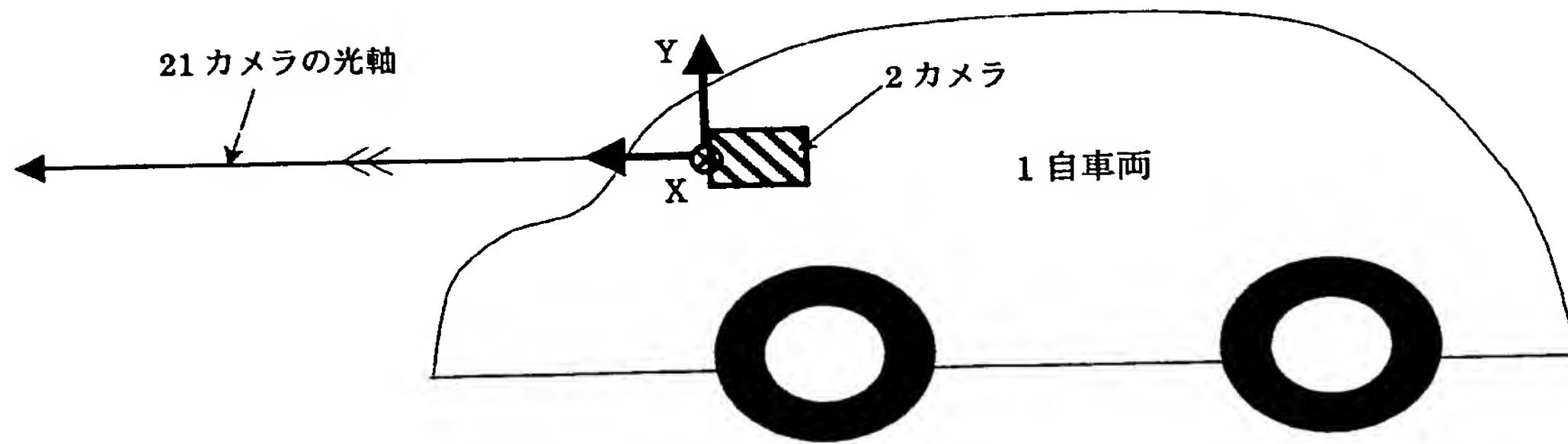
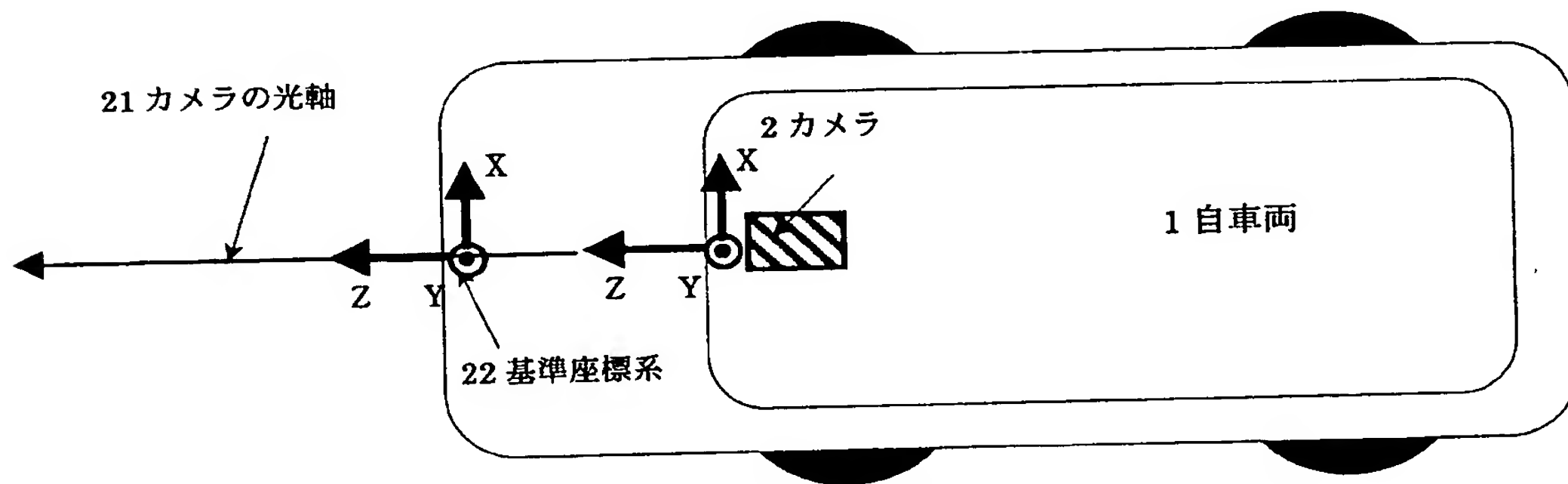


図 1

【図 2】



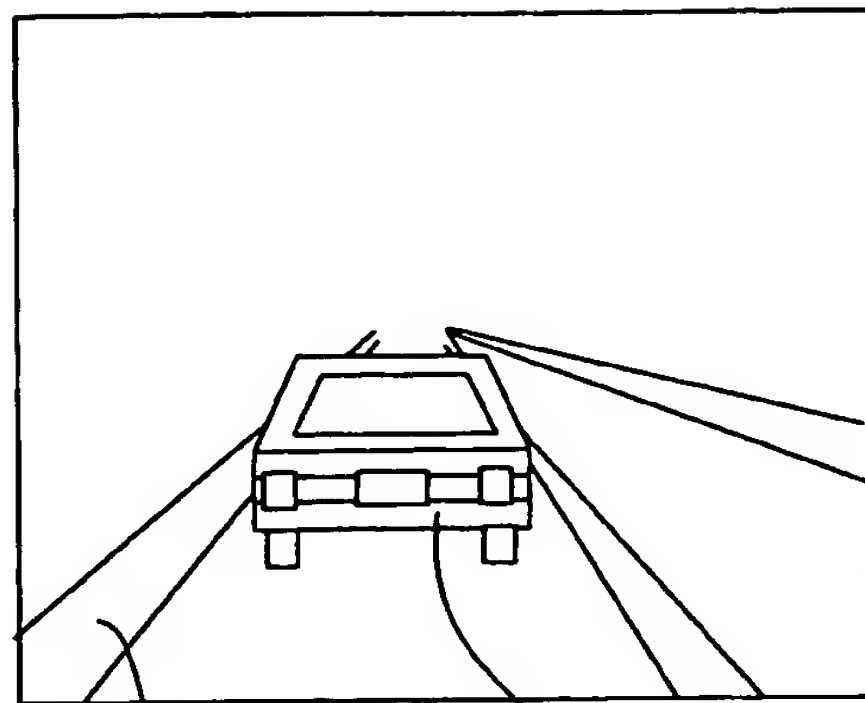
(a) 横から見た図



(b) 上から見た図

図 2

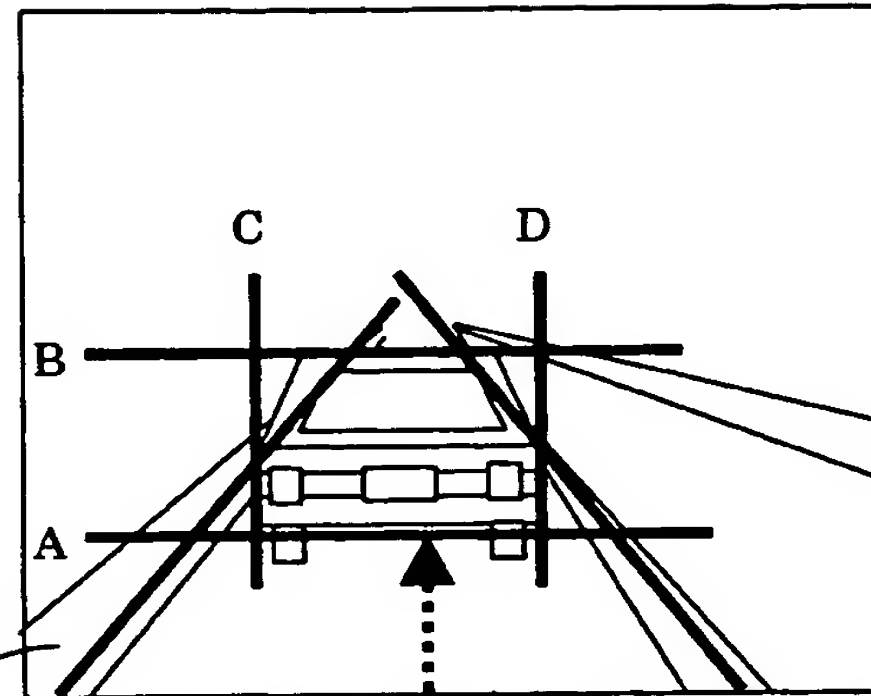
【図 3】



11 白線

10 車両

(a) 入力画像

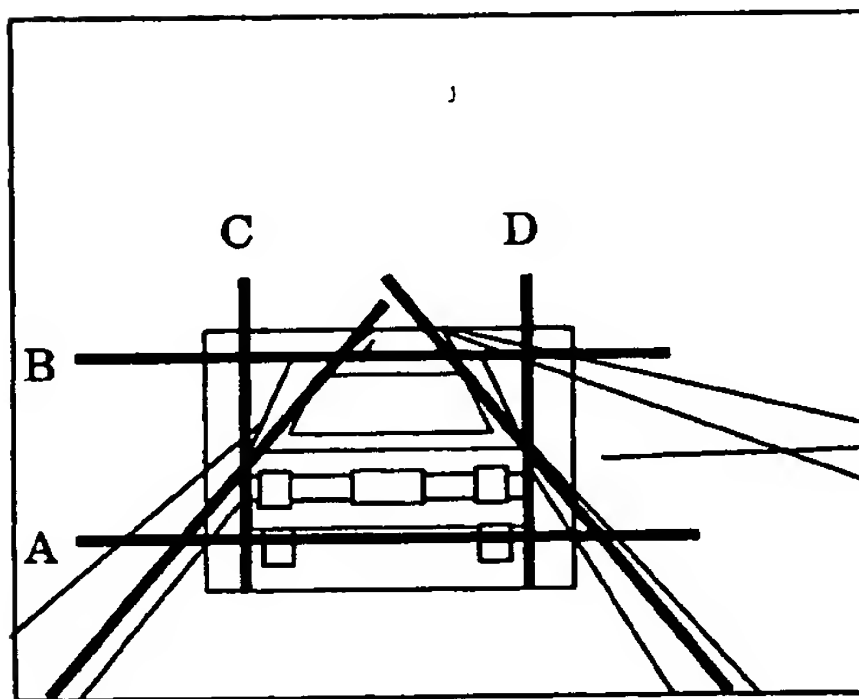


(1) 白線の間にはさまれる横エッジAを
画像の下から上に向けて検出

(2) Aより上方にある水平エッジBを検出

(3) AとBに挟まれる領域にある垂直
エッジC,Dを検出

(b) 車両検出



(c) テンプレート切り出し

図 3

【図 4】

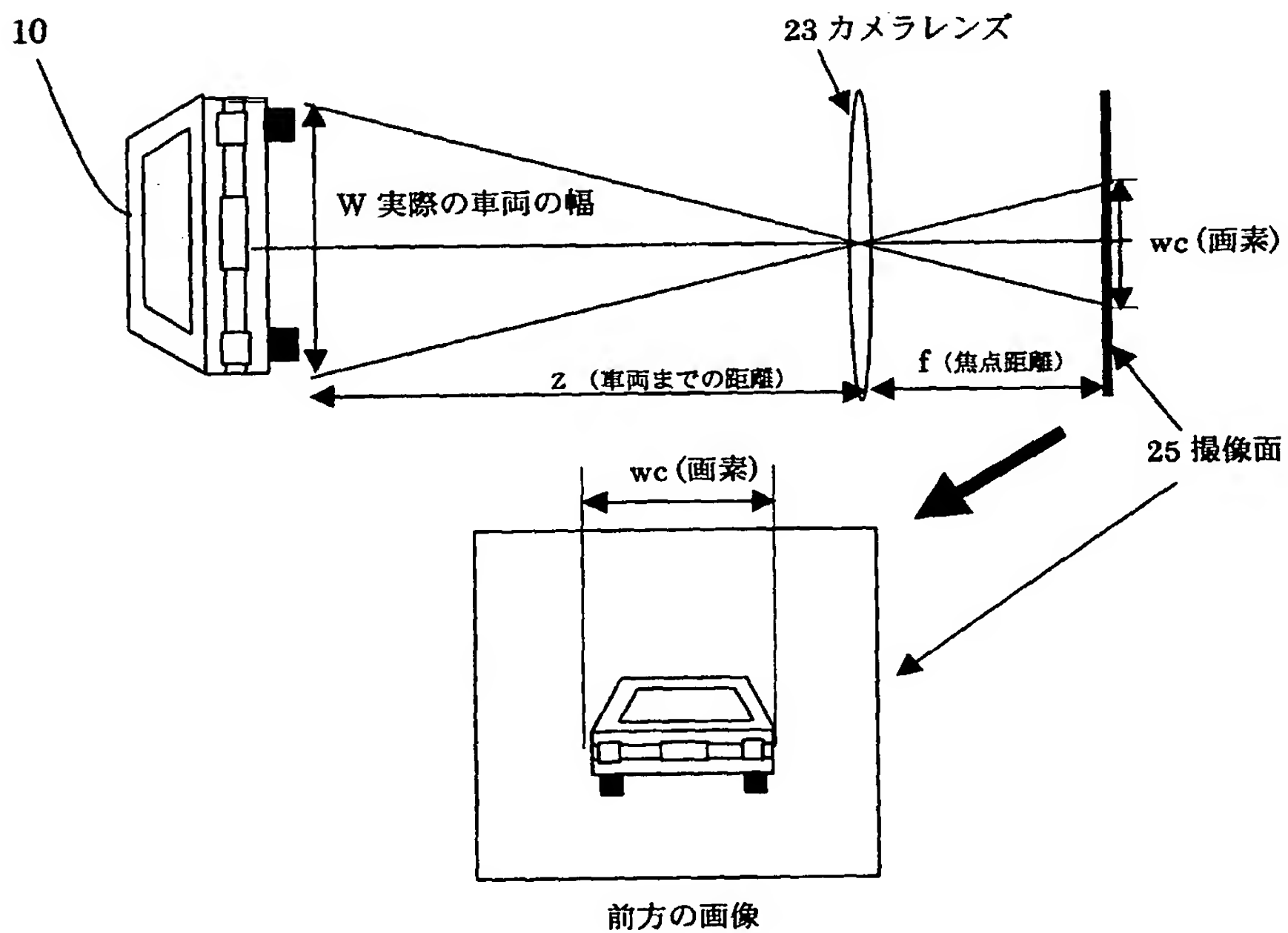
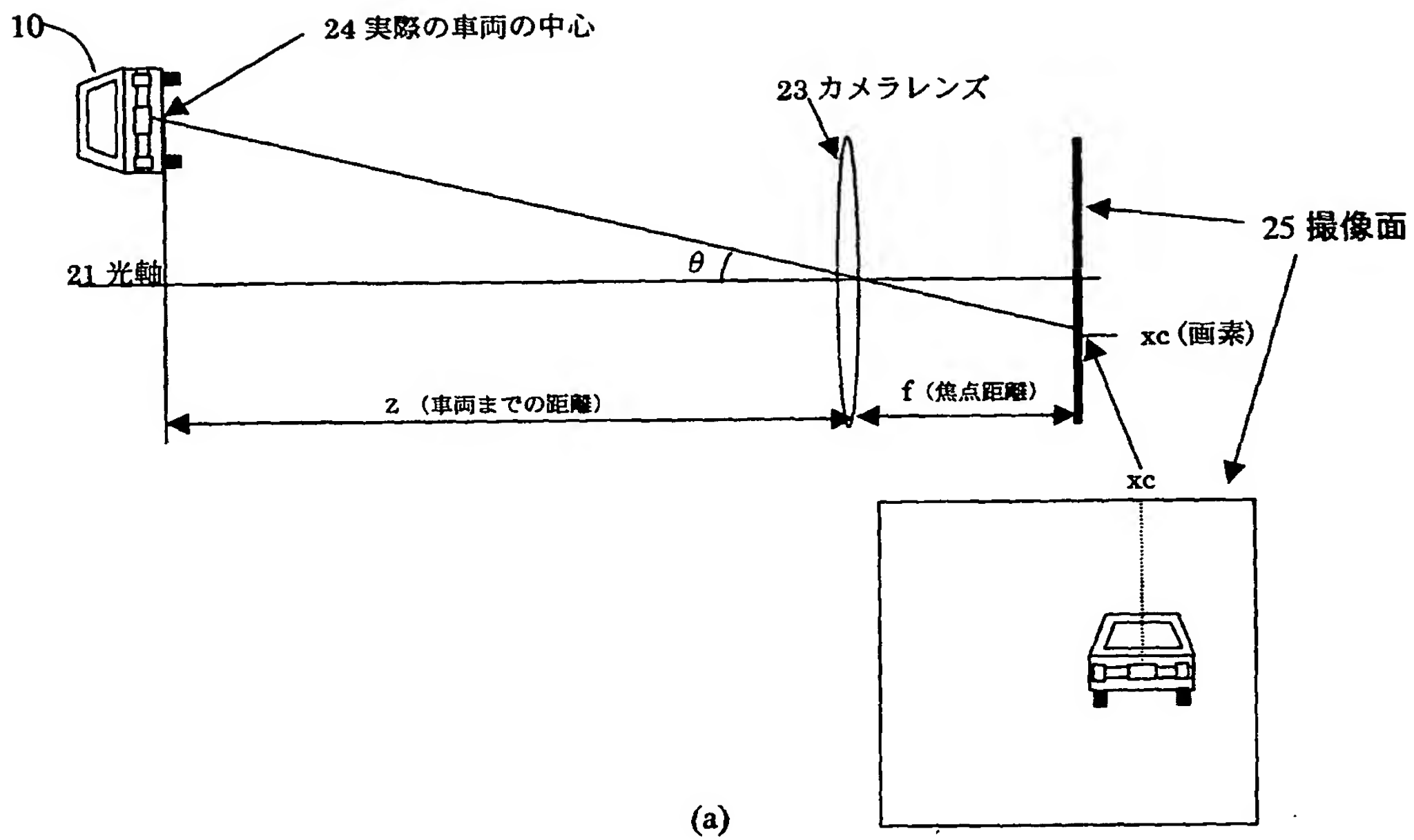
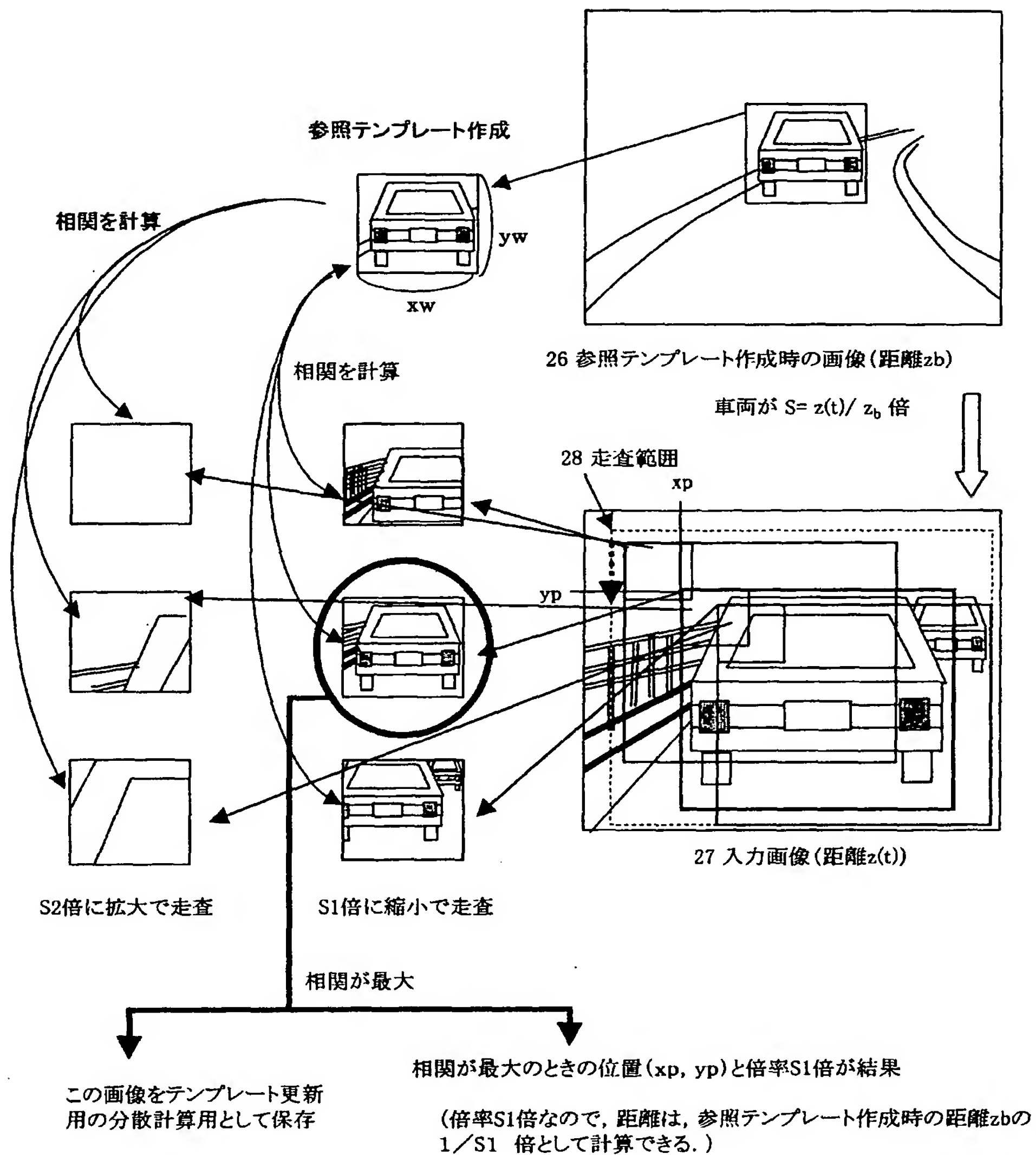


図 4

【図 5】

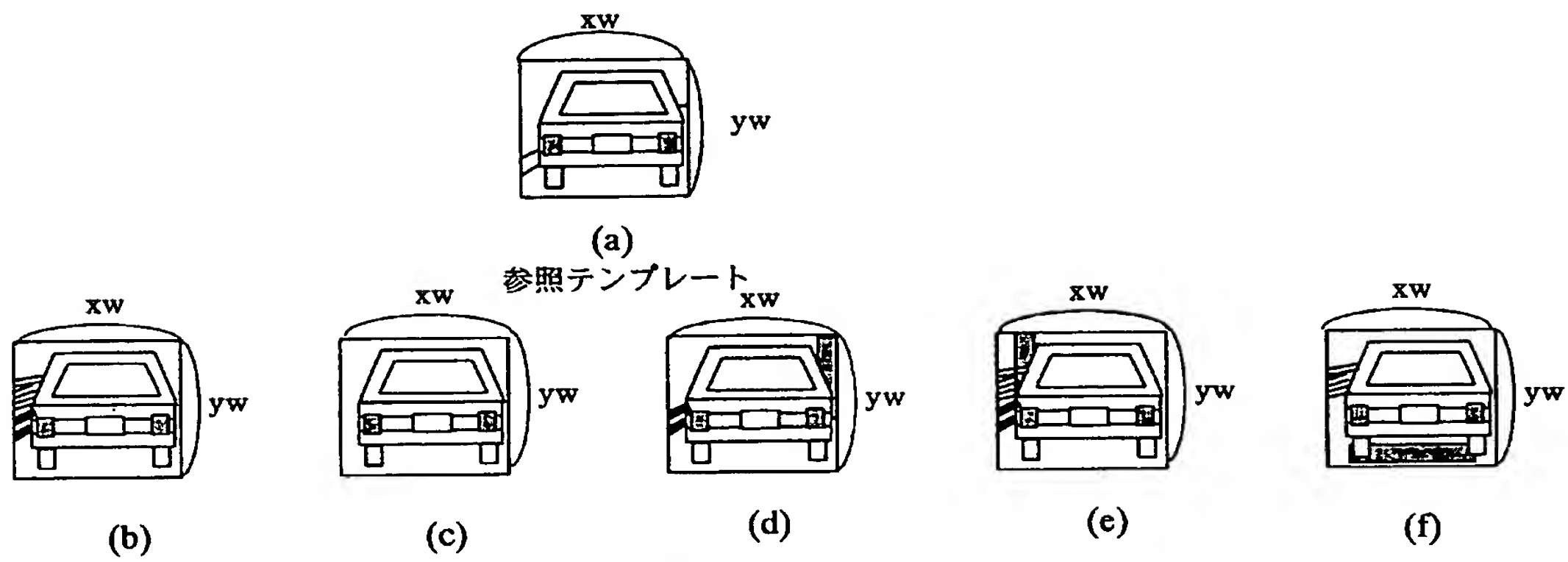


手順

入力画像に車両の距離変化を想定した拡大縮小の倍率 (S_1, S_2, \dots) を複数かけ合わせた画像を走査範囲内で1画素ずつずらしながら切り出し相関を計算する。
相関のもっとも高い値となったときの倍率 S とその位置 (x_p, y_p) より車両の位置を求める。

図 5

【図 6】



逐次保存される相関が大となった画像

図6

【図7】

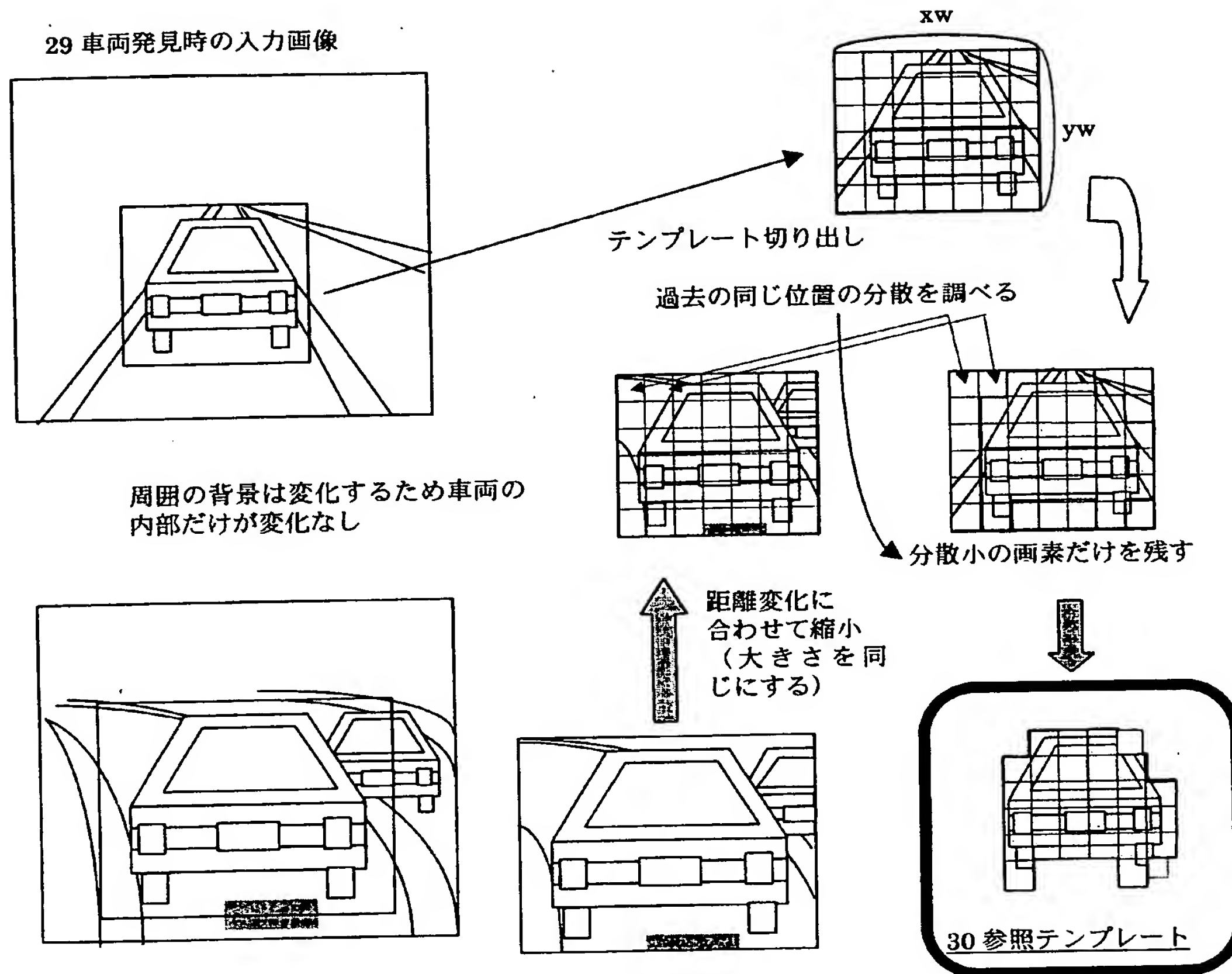


図7

【図 8】

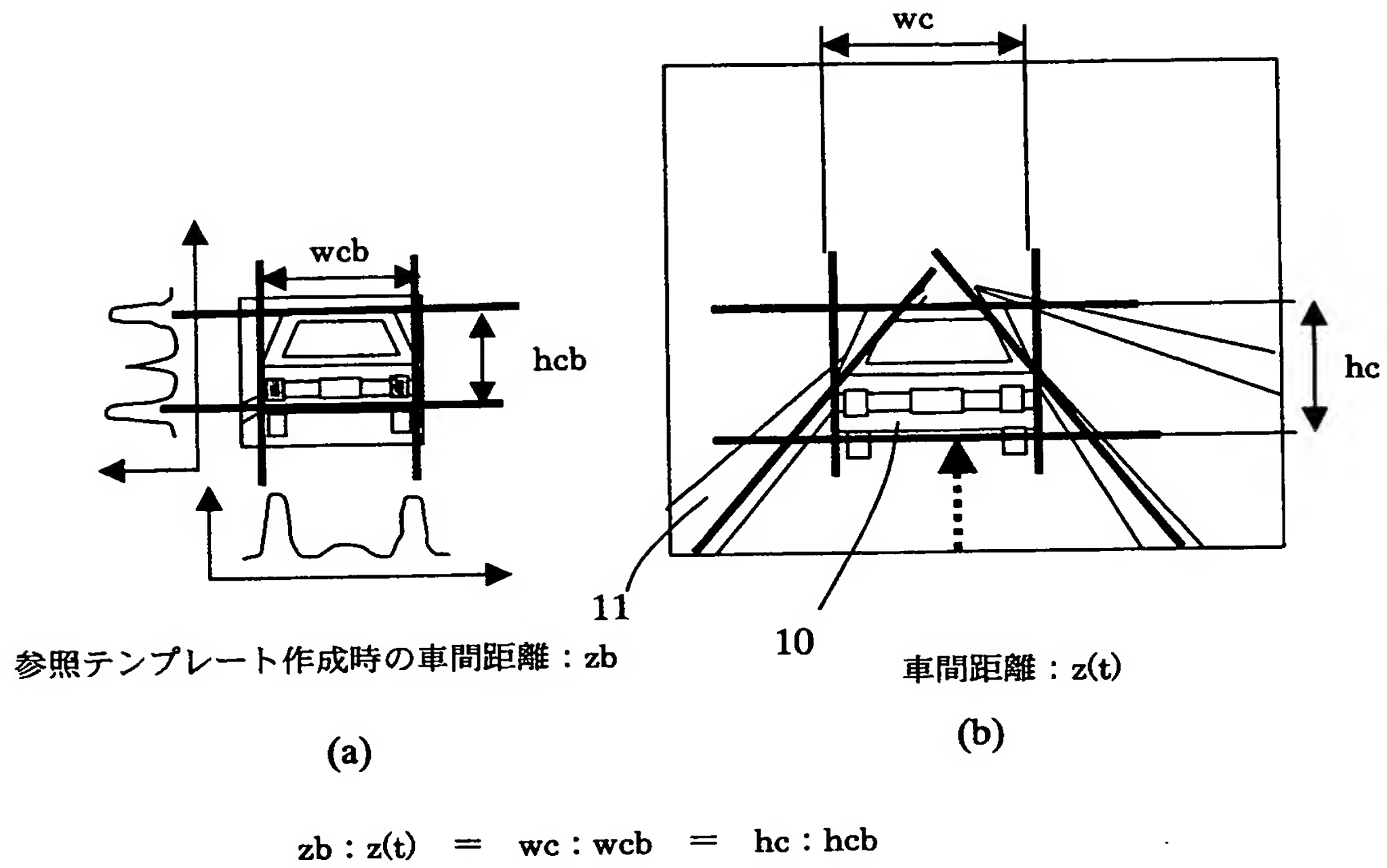


図8

【図 9】

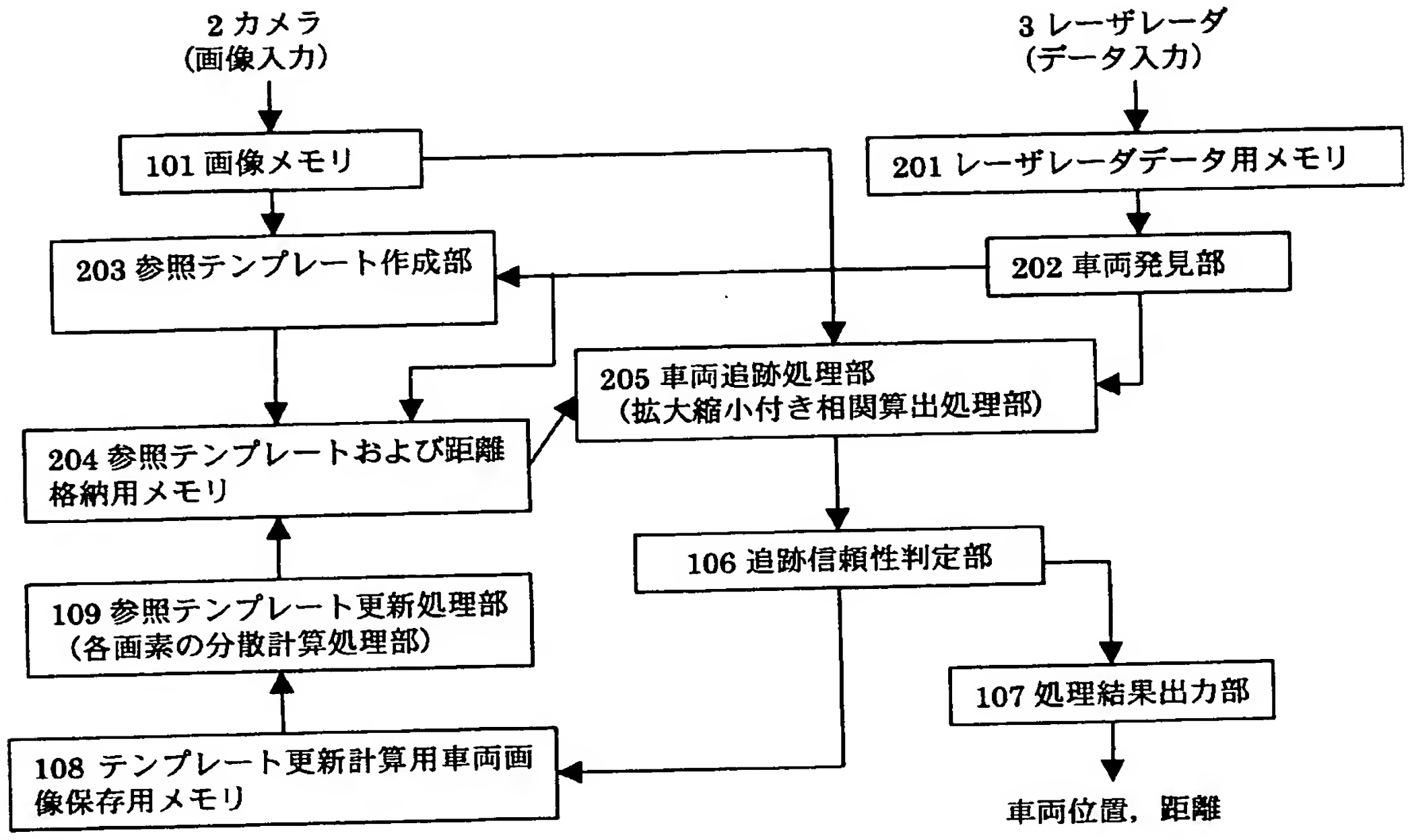


図9

【図 1 0】

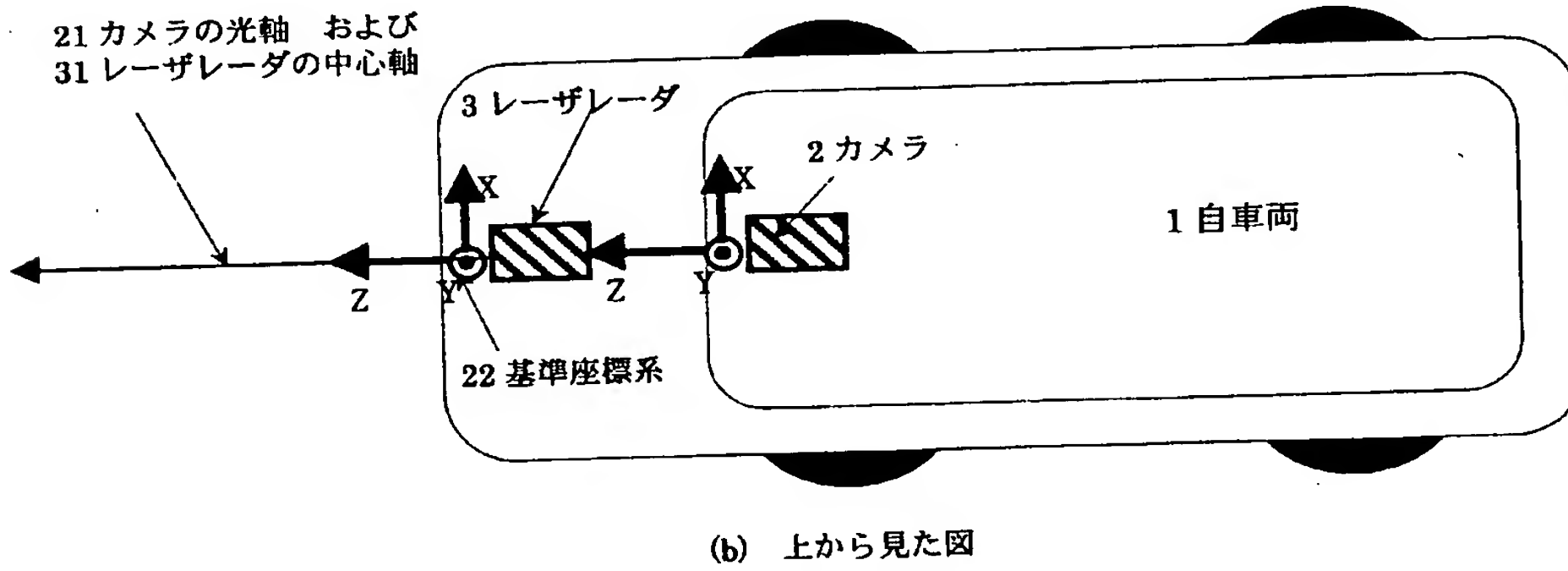
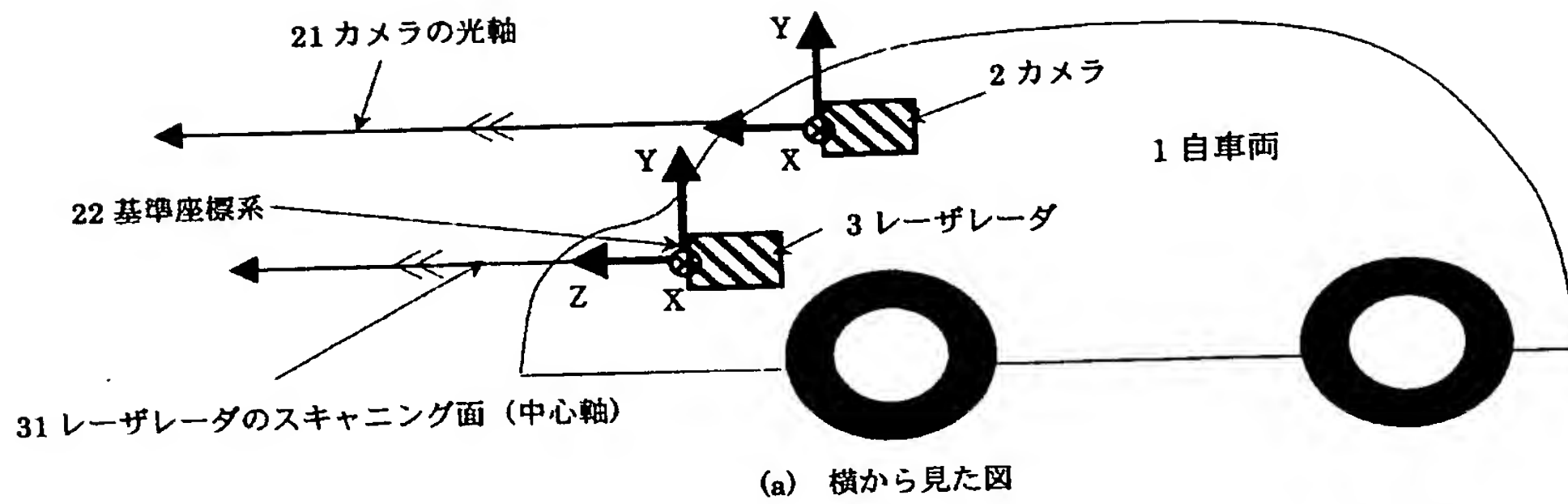


図10

【図 11】

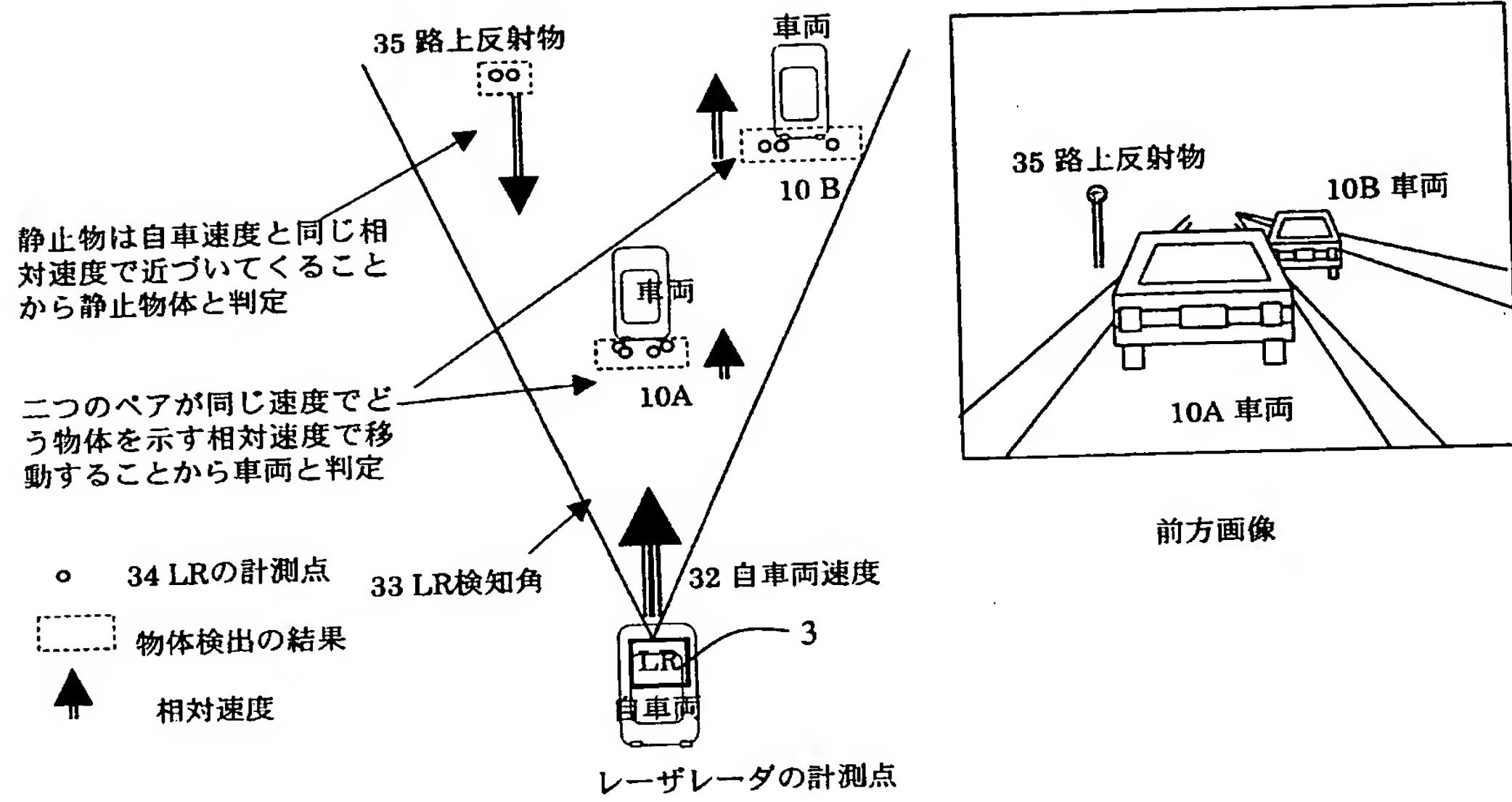


図 11

【図 1 2】

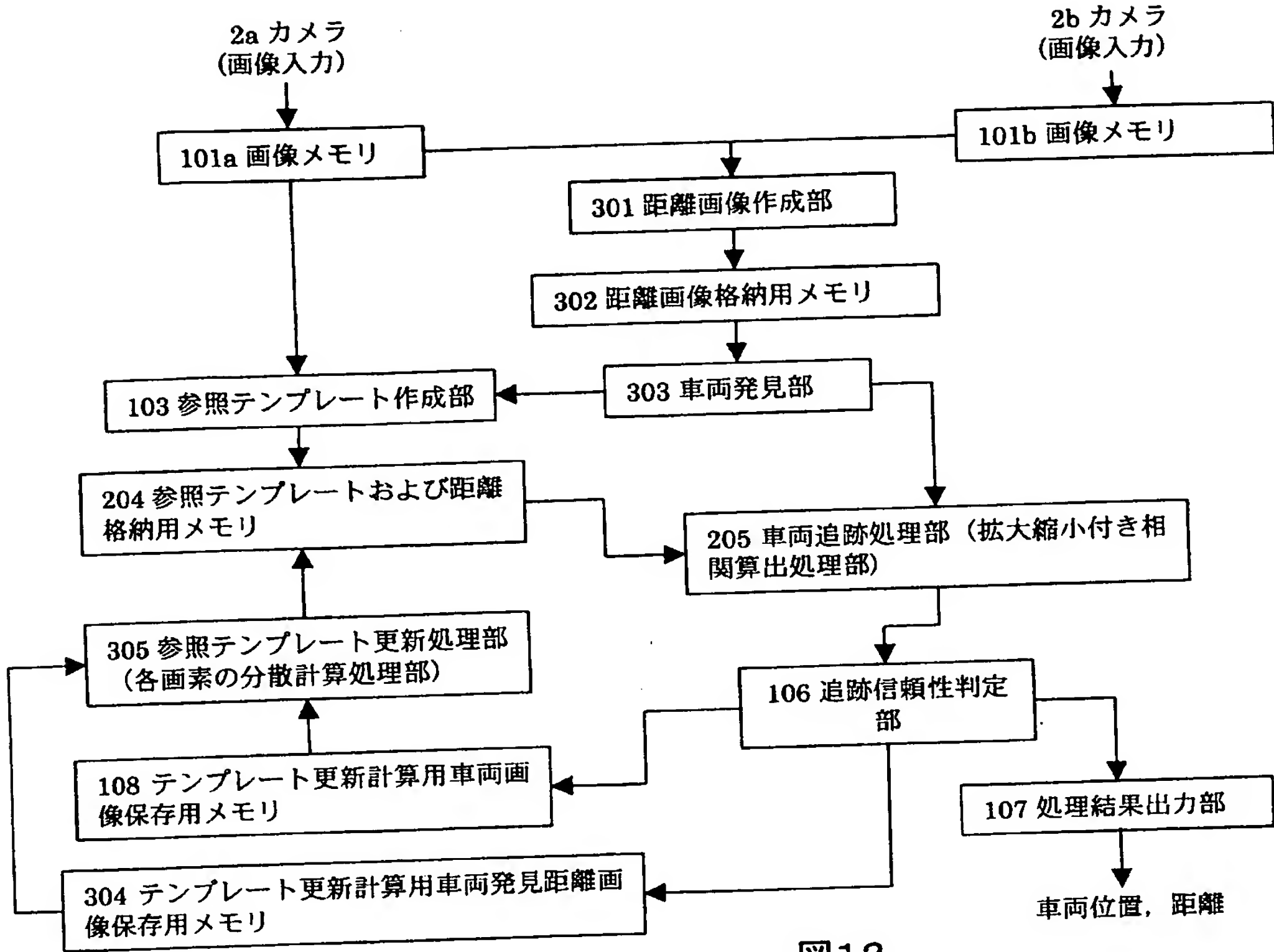


図 1 2

【図 1 3】

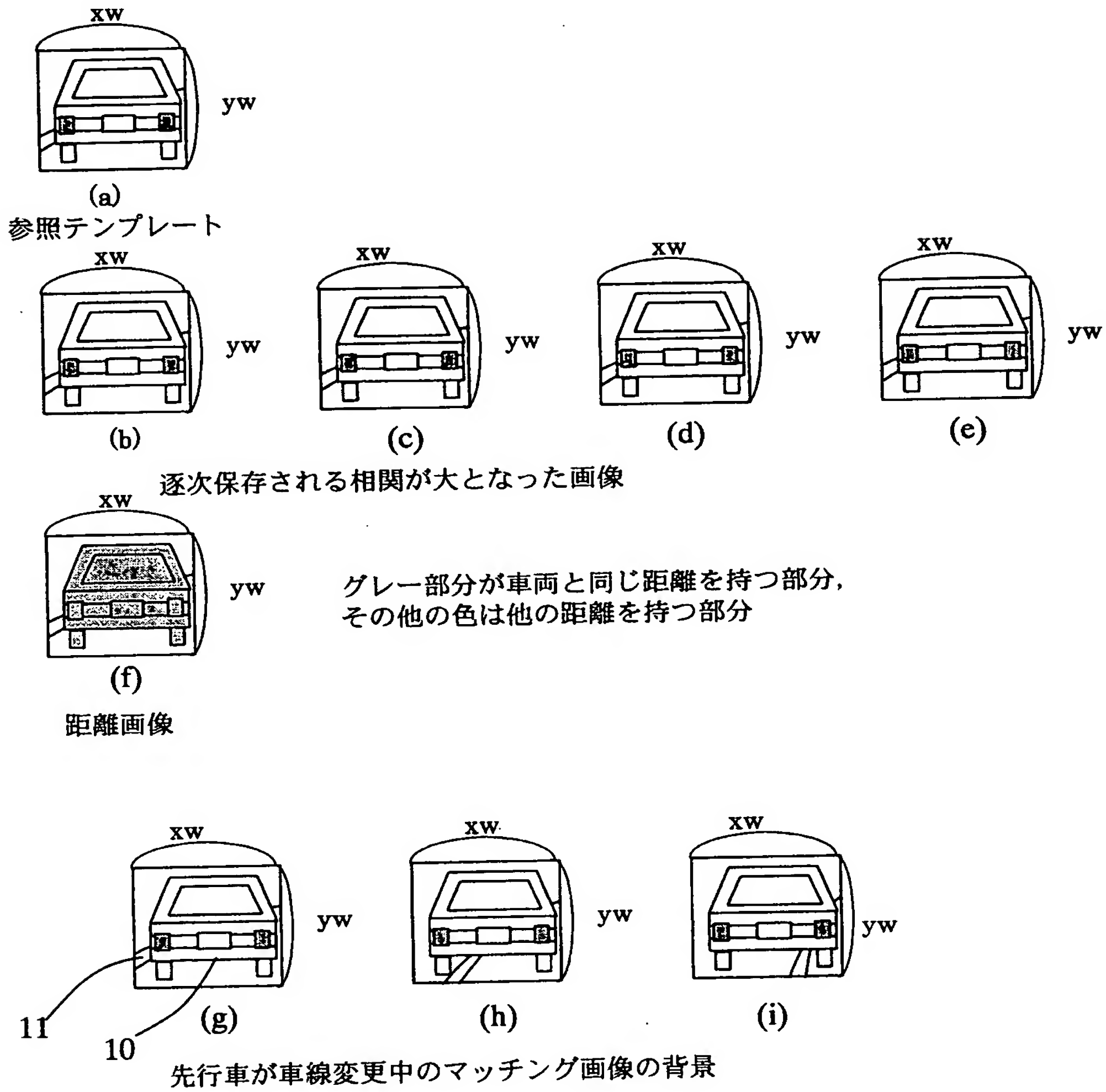


図 13

【図 1 4】

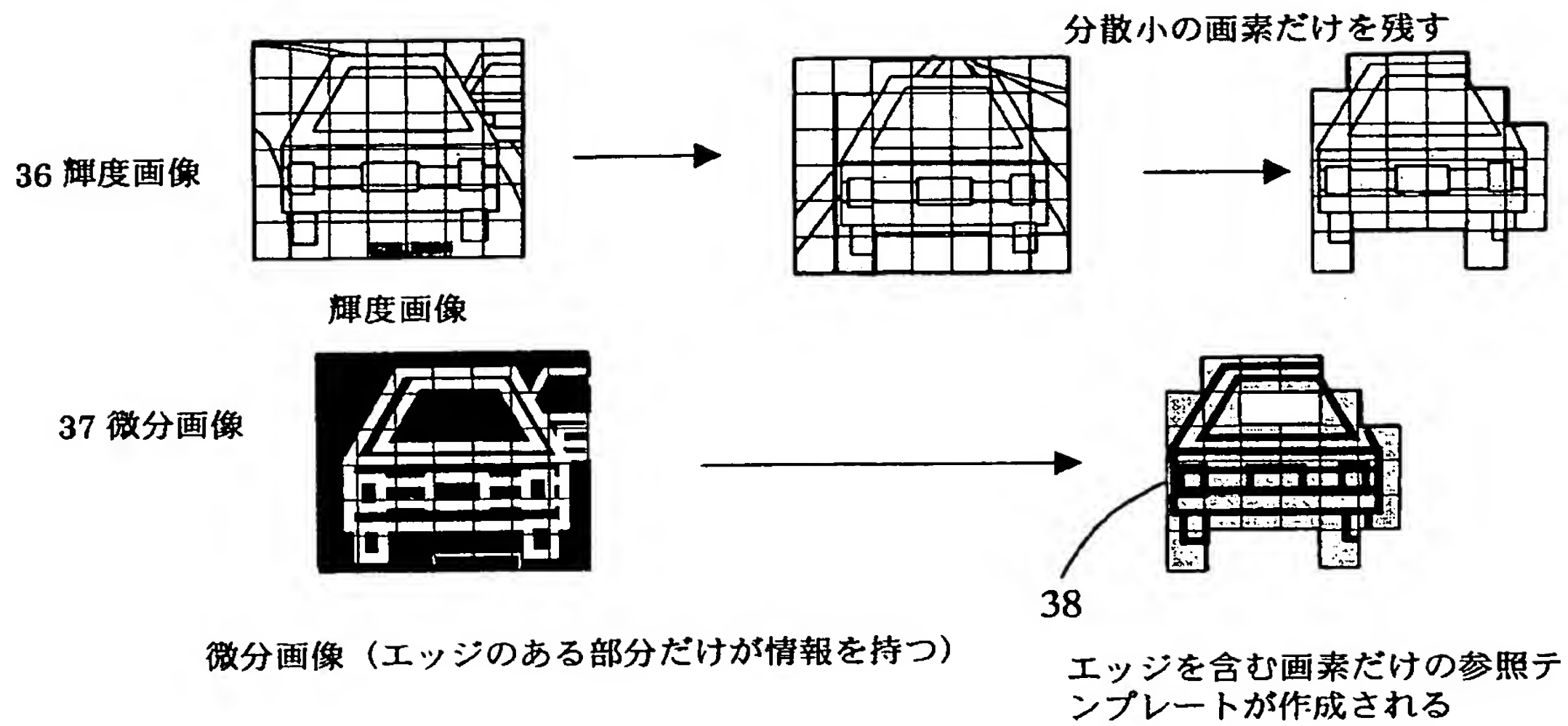


図 1 4

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 前方車両を確実に追跡するシステムを提供する。

【解決手段】 カメラ 2 の入力画像を用いる車両発見部 1 0 2 と、参照テンプレート作成部 1 0 3 と、車両の大きさの拡大縮小をしながら、最大相関値を得た位置と拡大縮小率を求める車両追跡処理部 1 0 5 と、最大相関値としきい値とを比較して判定する追跡信頼性判定部 1 0 6 と、最大相関値を得た位置と拡大縮小率から作られた参照テンプレートとの相関を計算した対象となるテンプレート画像を逐次格納するテンプレート更新計算用車両画像保存用メモリ 1 0 8 と、逐次格納されたテンプレート画像と参照テンプレートとを正規化し、同じ位置に相当する各画素の時間的分散を計算し、分散がしきい値以上となる画素を参照テンプレートから削除することで参照テンプレートを更新する参照テンプレート更新処理部 1 0 9 とを有する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 9 9 7]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地
氏 名 日産自動車株式会社